

UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES EN PROCESOS  
DE VULCANIZACIÓN DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL,  
CONSTRUCCIÓN DE PESTAÑAS Y MEJORA DE MÉTODOS  
EN LAS ÁREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE  
PRODUCTO TERMINADO, REPARACIÓN DE LLANTAS,  
CUSHON MILL Y OFICINAS**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ALBERTO QUIROA PALACIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 1999

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

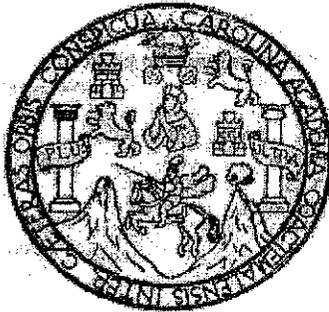
**ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES EN PROCESOS  
DE VULCANIZACIÓN DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL,  
CONSTRUCCIÓN DE PESTAÑAS Y MEJORA DE MÉTODOS  
EN LAS ÁREAS DE PESADO DEPIGMENTOS, BODEGA DE  
PRODUCTO TERMINADO, REPARACIÓN DE LLANTAS,  
CUSHON MILL Y OFICINAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha de agosto de 1996.



Carlos Alberto Quiroa Palacios

UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL III:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL IV:	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL V:	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA:	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR:	Ing. Luis Antonio Tello Castro
EXAMINADOR:	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO:	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

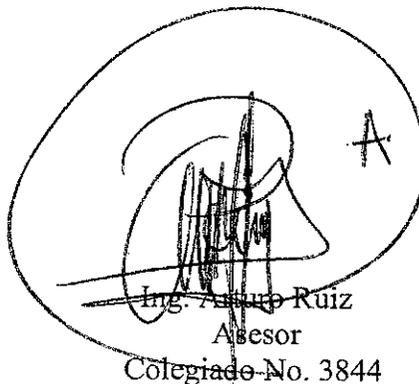
Guatemala, 12 de Octubre de 1998

Ingeniero  
JOSE FRANCISCO GÓMEZ RIVERA  
Director de la Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En cumplimiento a la resolución emitida por la Dirección de escuela, procedí a asesorar el trabajo de tesis de graduación del estudiante CARLOS ALBERTO QUIROA PALACIOS, carnet No. 89-12481, titulado "ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS ESTANDARES EN PROCESOS DE VULCANIZACIÓN DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL, CONSTRUCCIÓN DE PESTAÑAS Y MEJORA DE METODOS EN LAS ÁREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO, REPARACIÓN DE LLANTAS, CUSHON MILL Y OFICINAS".

Considero que el trabajo cumple con los requisitos que establece la legislación universitaria, por lo que recomiendo su aprobación e impresión.  
Sin otro particular, me suscribo atentamente,



Ing. Arturo Ruiz  
Asesor  
Colegiado No. 3844

**ING. ARTURO A.  
RUIZ PEREZ**  
Colegiado # 3844



FACULTAD DE INGENIERIA  
SECRETARIA ADJUNTA

Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.G.088.98

Guatemala, 15 de octubre de 1998.

Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador Unidad de Prácticas de  
Ingeniería y E.P.S.  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente.-

Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **CARLOS ALBERTO QUIROA PALACIOS**, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: " **ACTUALIZACION DE TIEMPOS ESTANDARES EN PROCESOS DE VULCANIZACION DE LLANTA DE CAMION Y RADIAL, CONSTRUCCION DE PESTANAS Y MEJORA DE METODOS EN LAS AREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO, REPARACION DE LLANTAS, CUSHON MILL Y OFICINAS, GINSA, GUATEMALA** ", el cual lo encuentro satisfactorio.

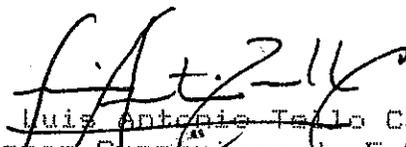
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico realizado a las industrias nacionales, pertenecientes al sector productivo.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Deferentemente,

" **ID Y ENSEÑAD A TODOS** "

  
Ing. Luis Antonio Tello Castro  
Asesor-Supervisor de E.P.S.  
Area de Ingeniería y Práctica Industrial

LAT/latc  
c.c.: Archivo





FACULTAD DE INGENIERIA  
SECRETARIA ADJUNTA  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.195.98  
Guatemala, 15 de octubre de 1998.

Señor  
Ing. Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Mecánica-Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente. -

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), titulado: **ACTUALIZACION DE TIEMPOS ESTANDARES EN PROCESOS DE VULCANIZACION DE LLANTA DE CAMION Y RADIAL, CONSTRUCCION DE PESTAÑAS Y MEJORA DE METODOS EN LAS AREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO, REPARACION DE LLANTAS, CUSHON MILL Y OFICINAS, GINSA, GUATEMALA.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario **CARLOS ALBERTO QUIROA PALACIOS**, quien fue debidamente asesorado por el Ingeniero Arturo A. Ruiz Pérez y supervisado por el Ingeniero Luis Antonio Tello Castro.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la **APROBACION** del mismo por parte del Asesor y Supervisor, esta **COORDINACION** también **APRUEBA** su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

" ID Y ENSEÑAR A TODOS "

Ing. JUAN MERCK LOS  
COORDINADOR DE E.P.S



JMC/latc  
c.c.: Archivo  
Adjunto Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **ACTUALIZACION DE TIEMPOS ESTANDARES EN PROCESOS DE VULCANIZACION DE LLANTA DE CAMION Y RADIAL, CONSTRUCCION DE PESTAÑAS Y MEJORA DE METODOS EN LAS AREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO, REPARACION DE LLANTAS, CUSHON MILL Y OFICINAS**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alberto Quiroa Palacios**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, marzo de 1999.

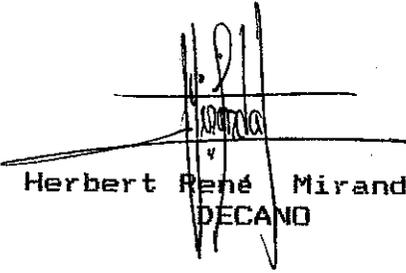
ends



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **ACTUALIZACION DE TIEMPOS ESTANDARES EN PROCESOS DE VULCANIZACION DE LLANTA DE CAMION Y RADIAL, CONSTRUCCION DE PESTAÑAS Y MEJORA DE METODOS EN LAS AREAS DE PESADO DE PIGMENTOS, BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO, REPARACION DE LLANTAS, CUSHON MILL Y OFICINAS**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alberto Quiroa Palacios**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO

Guatemala, marzo de 1999



emds

## DEDICATORIA

A Dios

A cuya grandeza debemos la fuente del saber.

A mis padres

Mario Alfonso Quiroa  
Un siempre viva, a su recuerdo.

Olivia Victoria Palacios de Quiroa  
Sea este triunfo, eterno reconocimiento a sus  
múltiples esfuerzos.

A mis hermanos

Alba Marina Ortiz de Godoy  
Olga Jeannette Quiroa de Ortiz  
Mario Alfonso Quiroa Palacios,  
con cariño.

A mi novia

Glendy Margarita García Funes,  
con amor.

A mis Sobrinos

Hugo Fernando, Mario Andres, Luis Alfonso,  
Jorge Mario, Jose Miguel, Daniel Estuardo,  
Carlos Alfonso y Mario Fernando,  
con cariño.

A mis familiares

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

## INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE ILUSTRACIONES	IV
GLOSARIO	VII
INTRODUCCION	IX
1. GENERALIDADES	1
1.1 Antecedente e historia de la empresa	1
1.2 Insumos necesarios para la fabricación de neumáticos	2
1.2.1 Plantaciones de hule	2
1.2.2 Industria textil	3
1.2.3 Industria química	3
1.2.4 Industria metalúrgica	4
1.3 Partes de una llanta	5
1.4 Proceso de fabricación de neumáticos	6
1.4.1 Banbury	10
1.4.2 Calandra	11
1.4.3 Corte diagonal	11
1.4.4 Fabricación de pestañas	12
1.4.5 Tubera	13
1.4.6 Construcción de llantas, pliegos o bandas	13
1.4.7 Vulcanización	15
1.4.8 Inspección	16

2.	DEFINICIONES	18
2.1	Diagrama de operaciones del proceso	18
2.2	Diagrama de flujo del proceso	18
2.3	Diagrama de recorrido	19
2.4	Diagrama hombre-máquina	20
2.5	Toma de tiempos	20
2.6	Factores que influyen en la determinación del tiempo estándar	21
2.7	Definición del tiempo estándar	22
2.8	Estudios de muestreo de trabajo	22
3.	ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES	23
3.1	Área de construcción de pestañas	25
3.1.1	Operación: colocación de bandera	26
3.1.2	Operación: colocación relleno de camión	31
3.1.3	Operación: colocación relleno radial	35
3.2	Área de vulcanización	
3.2.1	Carga y descarga de llanta de camión	39
3.2.2	Carga y descarga de llanta radial	44

4.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA O ESPACIOS FÍSICOS	47
4.1	Distribución de maquinaria en el área de reparación de llanta	49
4.2	Distribución en el área de pigmentos	52
4.3	Distribución en el área de cushón mill	59
4.4	Distribución en el área de bodega de producto terminado intermedio	64
4.5	Distribución de oficinas	68
5.	UTILIZACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE PESTAÑAS Y VULCANIZACIÓN DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL	71
5.1	Cálculo de eficiencias	72
5.2	Número de personas requeridas según el pedido de producción	75
5.3	Capacidad de planta instalada	77
5.4	Estrategias utilizadas para incrementar las eficiencias	79
6.	MONITOREO DE CONTAMINANTES	81
6.1	Guía para el monitoreo de contaminantes	81
6.2	Muestreo en el área de banbury	95
	CONCLUSIONES	101
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	105
	ANEXOS	106

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

No.	Descripción	Página
1	Plantación de hule	2
2	Industria textil	3
3	Industria química	4
4	Industria metalúrgica	4
5	Partes de una llanta	5
6	Corte transversal de una llanta	5
7	Diagrama de flujo del proceso de fabricación de llantas	7
8	Banbury	10
9	Calandra	11
10	Corte diagonal	12
11	Pestañas	12
12	Tubera	13
13	Máquina de construcción de llantas	14
14	Prensa de vulcanizado	15
15	Inspección visual	16
16	Proceso de fabricación de neumáticos	17
17	Operación colocación de bandera	26
18	Operación colocar relleno de camión	31
19	Operación colocar relleno radial	35

## FIGURAS

No.	Descripción	Página
20	Esquema de fábrica de llantas	48
21	Área actual de reparación de llantas	50
22	Área propuesta de reparación de llantas	51
23	Área actual de pesado de pigmentos	53
24	Área propuesta de pesado de pigmentos	56
25	Diseño de tolva	57
26	Diseño de tarima	58
27	Área actual de tubera	60
28	Área propuesta de tubera	62
29	Vista de planta del área de cushon mill	63
30	Bodega actual intermedia de producto terminado	65
31	Bodega propuesta intermedia de producto terminado	67
32	Diseño de oficinas actual	69
33	Diseño de oficinas propuesto	70
34	Formato de pestañas F-P	73
35	Formato de vulcanización F-V	74
36	Calibración de bomba	87
37	Formato 1 de calibración de bomba	89
38	Aparato de monitoreo de contaminantes	90
39	Formato 2 de registro de datos de monitoreo de contaminantes	92

## TABLAS

No.	Descripción	Página
I	Resumen de tiempos de aplicación de bandera	30
II	Resumen de tiempos de aplicación de relleno relleno de camión	34
III	Resumen de tiempos de aplicación de relleno radial	38
IV	Resumen de tiempos de carga y descarga de llanta de camión y radial	46
V	Estrategias utilizadas para incrementar eficiencias	80
VI	Guía de contaminantes	83
VII	Número de muestras	85
VIII	Tipo de contaminantes	88
IX	Clasificación de clase	93
X	Formato 1 de calibración de bomba	96
XI	Formato 2 de registro de datos de monitoreo de contaminantes	97

## GLOSARIO

- Ahulado** Se le llama así al tejido que es untado de hule por ambos lados.
- Cushon mill** Son los molinos que procesan el hule en láminas delgadas, y sirve para colocar el cojín en el rodamiento.
- Distribución** Es la organización del espacio en el cual se encuentran los recursos físicos que se emplean para crear el producto final.
- Eficiencia** Es relación entre la producción real y la producción estándar.
- Estudio de tiempos** Técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada.
- Llanta verde** Es el conjunto de componentes ensamblados antes de ser sometidos al proceso de vulcanización.
- Llanta curada** Es la llanta que fue sometida al proceso de vulcanización.

<b>Pigmento</b>	Material químico que sirve para dar propiedades al hule.
<b>Productividad</b>	Incremento simultáneo de la producción y del rendimiento debido a la modernización del material y a la mejora de métodos de trabajo
<b>Tiempo estándar:</b>	Valor de tiempo unitario para una tarea que se determina por aplicación apropiada de las técnicas de la medición de trabajo mediante personal calificado.
<b>Rack</b>	Estructura de pines en forma de x que sirve para almacenar pestañas.
<b>Tolva</b>	Son cajones metálicos que sirven para el almacenamiento de pigmentos.
<b>Vulcanización</b>	Operación que consiste en mezclar el azufre con el caucho y transformar de un estado plástico a elástico por medio de una determinada temperatura, aumentando la resistencia del caucho y conservando su elasticidad.

## INTRODUCCION

El trabajo de tesis se llevó a cabo en la empresa Gran Industria de Neumáticos (GINSA), la cual fábrica llantas.

Este Informe está organizado de la siguiente manera:

Primero se describe cada etapa del proceso que compone la fabricación de neumáticos, como las partes y insumos más importantes que componen a las llantas.

Luego se tienen una serie de definiciones, las cual van a servir para tener un mejor conocimiento en la aplicación de herramientas.

En el tercer capítulo se aplicarán las herramientas necesarias para la actualización de tiempos estándares en las áreas de construcción de pestañas la cual incluye las operaciones de colocación de bandera, relleno de camión y relleno radial. Y en el área de vulcanización de llanta de camión y radial.

En todo proceso siempre existe una mejora continua, el capítulo cuarto se refiere la distribución de maquinaria y mejora de métodos en las áreas de reparación de llanta, pesado de pigmentos, bodega de producto, cushion mill y oficinas. Siendo los diagramas de operaciones, flujo y recorrido una de las herramientas fundamentales para la realización de las distribuciones.

El capítulo quinto trata sobre la aplicación de los tiempos estándares actualizados, los cuales nos permiten establecer una serie de parámetros, dentro de los cuales están: cálculos de eficiencias, número de personas requeridas según pedido de producción y capacidad de planta instalada.

También se diseñaron varias estrategias utilizadas para el incremento de eficiencias.

En el último capítulo se editó una guía para el monitoreo de contaminantes, la cual sirve para medir las concentraciones en cualquier área, reconociendo lo aceptable e inaceptable expuesto.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 Antecedentes e historia de la empresa

Un día Charles Goodyear arrojó un pedazo de hule mezclado con azufre en una estufa. El hule se carbonizó como si hubiese sido un pedazo de cuero. Entonces descubrió que el calor y el azufre habían cambiado las características del hule y había dado respuesta al problema de cómo hacer de él un producto enteramente adaptable y consistente. Este fue el momento cumbre de su experimentación en la transformación de este material en un producto verdaderamente útil.

Gran Industria de Neumáticos Centroamericana, S.A. (GINSA), fue fundada el 14 de marzo de 1956 y entró en funciones en 1958. Fue la primera fábrica de llantas en Centroamérica. Goodyear Tire & Rubber Company inicia su asesoría y GINSA se convierte en fabricante de llantas Goodyear para Centroamérica. La fábrica utiliza una gran parte de la producción en hule natural cultivado en Guatemala y diversos productos químicos que no se producen en el área, los cuales deben de ser importados para cumplir con la especificaciones de esta empresa asesora. Ginsa produce llantas para automóvil en los tipos convencional y radial, así como para camión liviano, camión pesado y agrícolas. La empresa fabrica más de 100 medidas básicas, con aproximadamente 200 variantes en más de 20 diseños diferentes. También produce Camelback para el reencauche en caliente y banda precurada para el sistema de reencauche en frío.

## 1.2 Insumos necesarios para la fabricación de neumáticos

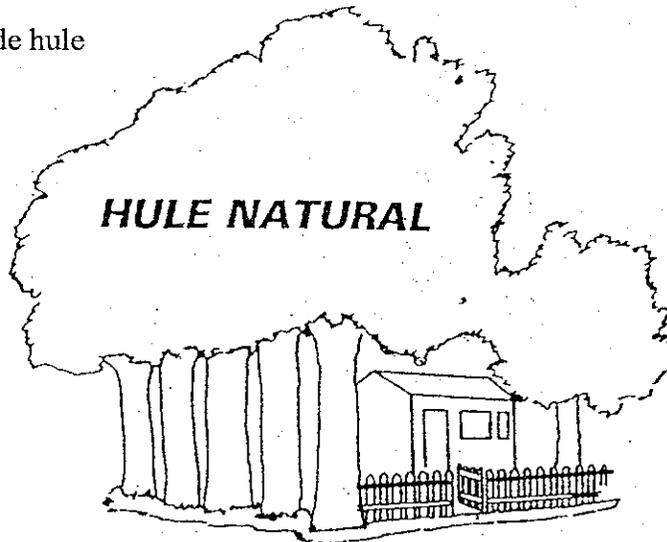
En la fabricación de una llanta intervienen cuatro diferentes proveedores de materia prima.

- Plantaciones de hule
- Industria textil
- Industria química
- Industria metalúrgica

### 1.2.1 Plantaciones de hule

La mayor cantidad de hule natural usado en la elaboración de una llanta se obtiene del árbol HEVEA BRASILIENSIS. Se hacen cortes diagonales en la corteza del árbol y se recolecta la savia que brota de estas heridas, llamada látex.

Figura 1. Plantación de hule

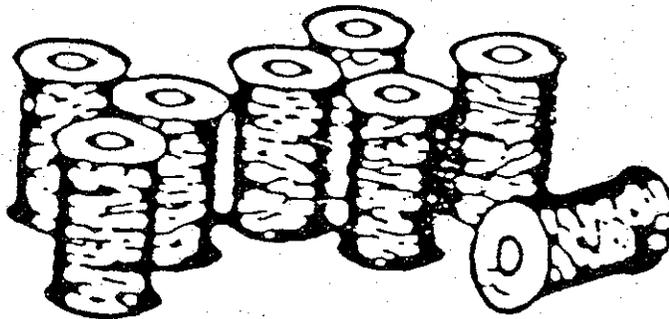


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

### 1.2.2 Industria textil

La industria textilera provee rayón, nylon, poliéster, que sirven para reforzar la armazón de la llanta.

Figura 2. Industria textil



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos Ginsa - Goodyear Guatemala

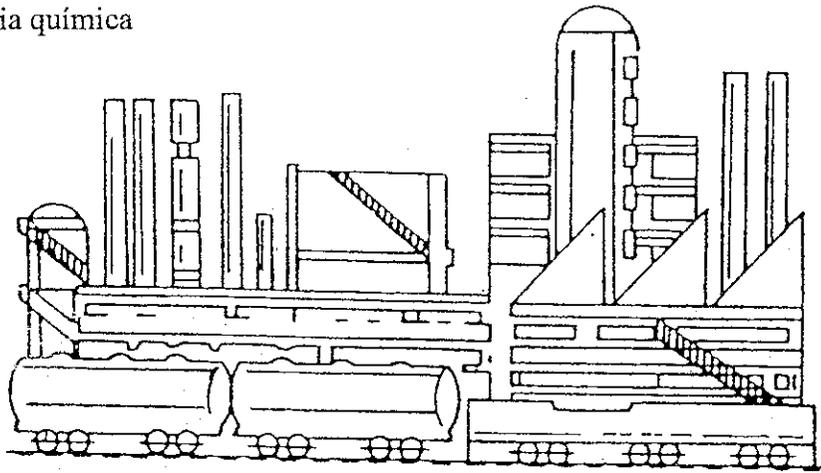
### 1.2.3 Industria química

La industria química provee ingredientes tales como azufre, plastificantes, aceleradores antioxidantes, retardadores y otros más. También se utiliza el negro de humo que es un residuo de carbono remanente después de quemar petróleo.

El hule sintético se obtiene del petróleo y de la caña de azúcar (alcohol).

Figura 3. Industria química

HULE  
SINTÉTICO

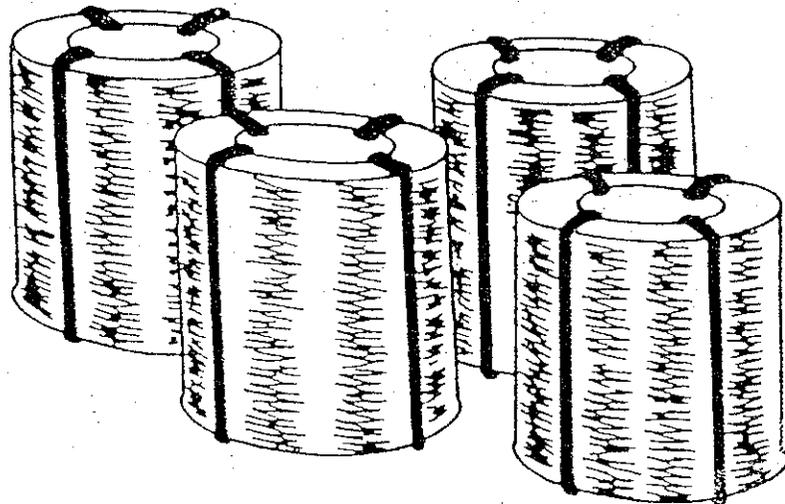


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos Ginsa - Goodyear Guatemala

#### 1.2.4 Industria metalúrgica

La industria metalúrgica proporciona el acero de alto carbón. El alambre de acero es utilizado para la fabricación de las pestañas.

Figura 4. Industria metalúrgica

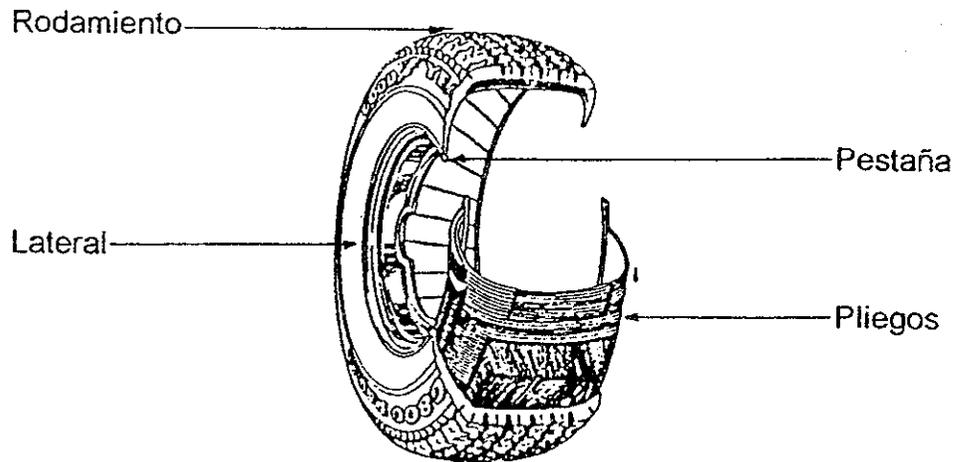


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos Ginsa - Goodyear Guatemala

### 1.3 Partes de una llanta

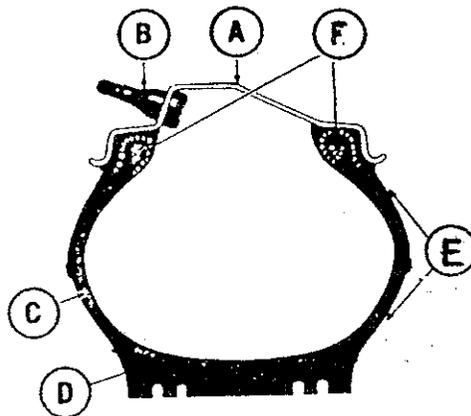
A continuación se presenta como está formada una llanta:

Figura 5. Partes de una llanta



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

Figura 6. Corte transversal de una llanta.



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

- A. Aro: anillo rígido de hierro donde va montada la llanta.
- B. Válvula del aro: dispositivo que regula la entrada de aire al neumático, e interrumpe su salida.
- C. Pliegos: es el tejido recubierto de hule y sirve para la armazón de la llanta.
- D. Banda de rodamiento: es la banda de hule que va encima de la carcasa y lleva grabado el diseño del rodado, siendo ésta la parte que hace contacto con la carretera.
- E. Costado: es una tira delgada de hule y va colocada en los lados de la llanta.
- F. Pestañas: son los anillos interiores de las ruedas y están formadas de alambre de acero.

#### **1.4 Proceso de fabricación de neumáticos**

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso de la fabricación de llantas. Este diagrama muestra, en forma cronológica y secuencial todo el proceso de la construcción de un neumático. Inicia en bodega de materia prima y termina en bodega de producto terminado. Luego se detalla cada operación del proceso.

Figura 7. Diagrama de flujo de fabricación de llantas

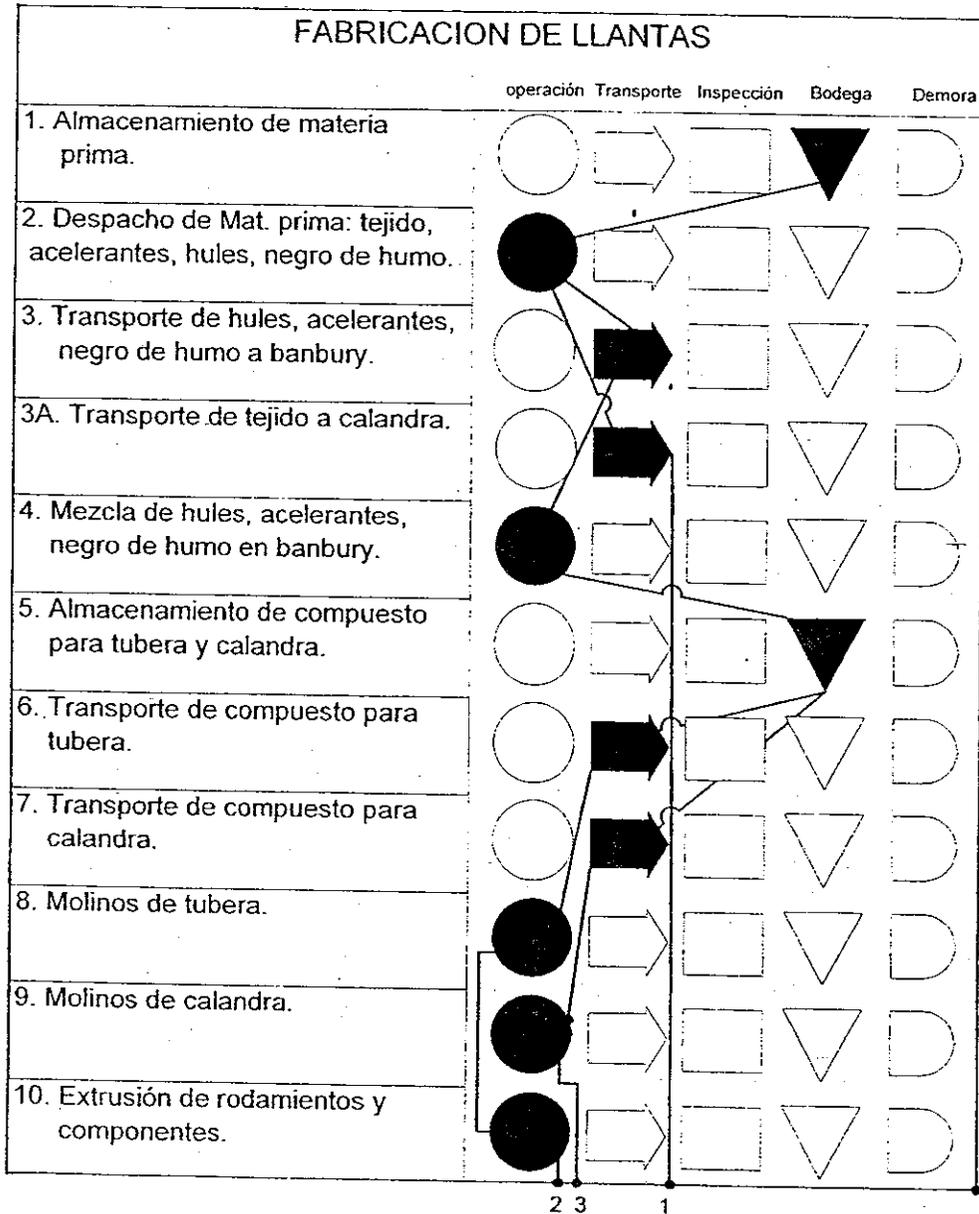
## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

PRODUCTO: FABRICA DE LLANTAS

EL DIAGRAMA EMPIEZA: BODEGA DE MATERIA PRIMA

EL DIAGRAMA TERMINA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO.

PAGINA: 1 / 3.



# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

PRODUCTO: FABRICA DE LLANTAS

EL DIAGRAMA EMPIEZA: BODEGA DE MATERIA PRIMA

EL DIAGRAMA TERMINA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO.

PAGINA: 2 / 3



4

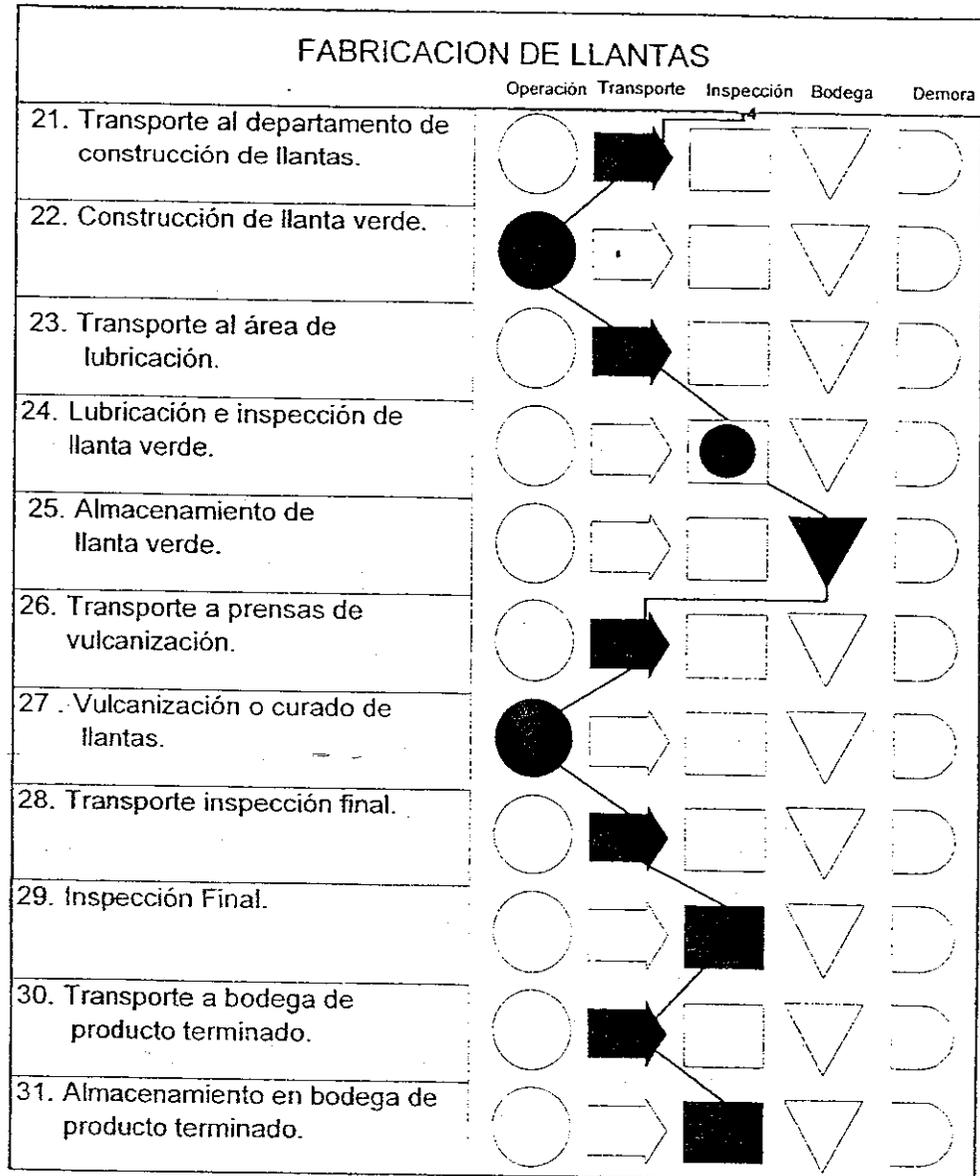
# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

PRODUCTO : FABRICA DE LLANTAS

EL DIAGRAMA EMPIEZA: BODEGA DE MATERIA PRIMA

EL DIAGRAMA TERMINA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

Pagina: 3 / 3

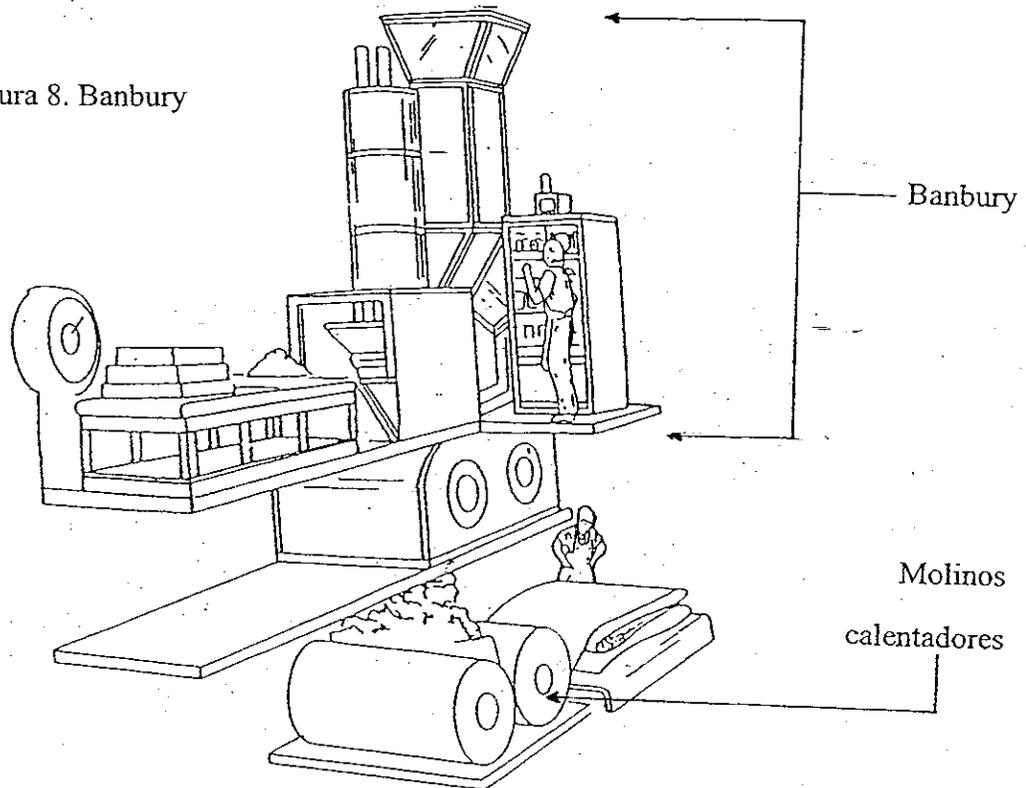


### 1.4.1 Banbury

Es la máquina en la cual se preparan las mezclas de hule con los demás componentes químicos. Esta máquina brinda una mezcla homogénea con perfecta dispersión en el compuesto de hule procesado (natural o sintético).

Las láminas de hule que salen del Banbury son enviadas a los molinos calentadores. Estos equipos tienen la función de hacer las mezclas de hule procedentes del banbury más trabajables mediante fricción. Constan de dos rodillos metálicos que giran a diferentes velocidades y suministran hule para recubrir los tejidos y el alambre de las pestañas y para producir las extrusiones de la tubera utilizadas en bandas de rodamiento y caras laterales de las llantas.

Figura 8. Banbury

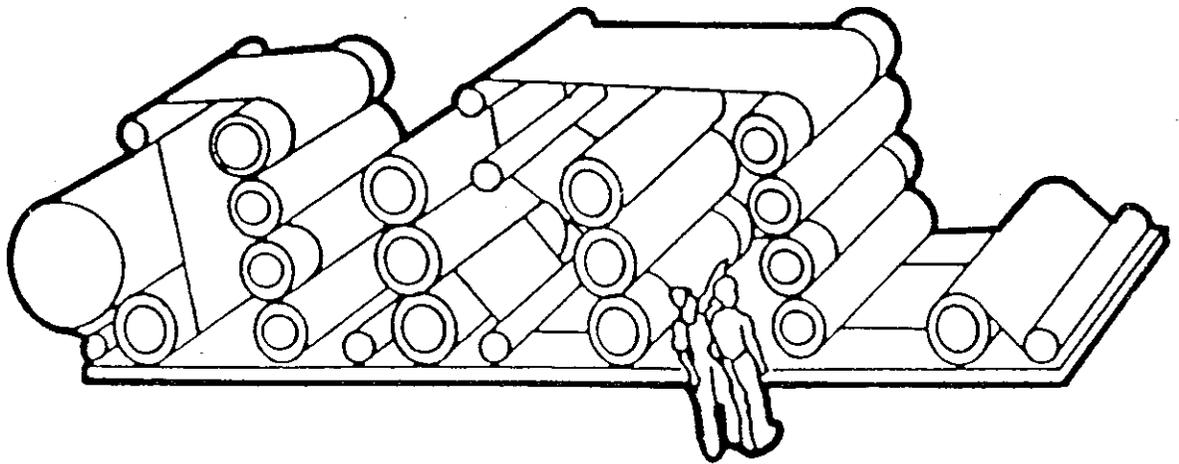


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

### 1.4.2 Calandra

Los rollos de cuerda textil pasan por la calandra, donde se ahula por ambos lados, impregnándolas totalmente. El ahulado sirve como aislante y fija el tejido de manera que las cuerdas mantengan su paralelismo y uniformidad de espaciamiento entre ellas.

Figura 9. Calandra

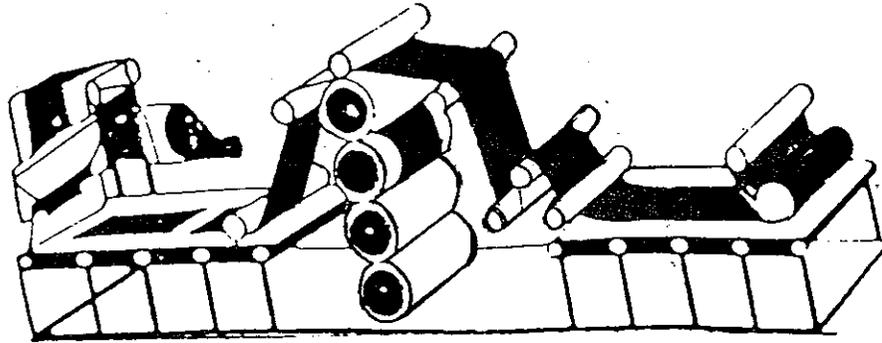


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

### 1.4.3 Corte diagonal

Las piezas de cuerdas impregnadas de compuesto de hule, son cortadas en forma diagonal, por medio de cortadoras automáticas. Donde se forman las capas con que se construyen las armazones de las llantas. La carcasa para la llanta de camión se forma con bandas y para la llanta de automóvil de pasajeros, con pliegos.

Figura 10. Corte diagonal

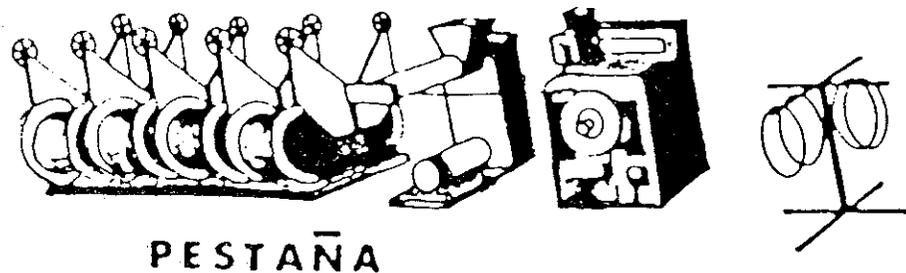


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

#### 1.4.4 Fabricación de pestañas

Las pestañas son aros de alambre de acero recubiertos de compuestos de hule. Estas forman los resistentes anillos interiores de la llanta que la fijan a la rueda del vehículo. Las pestañas constituyen la base de la llanta al igual que los cimientos son la base de una casa.

Figura 11. Pestañas

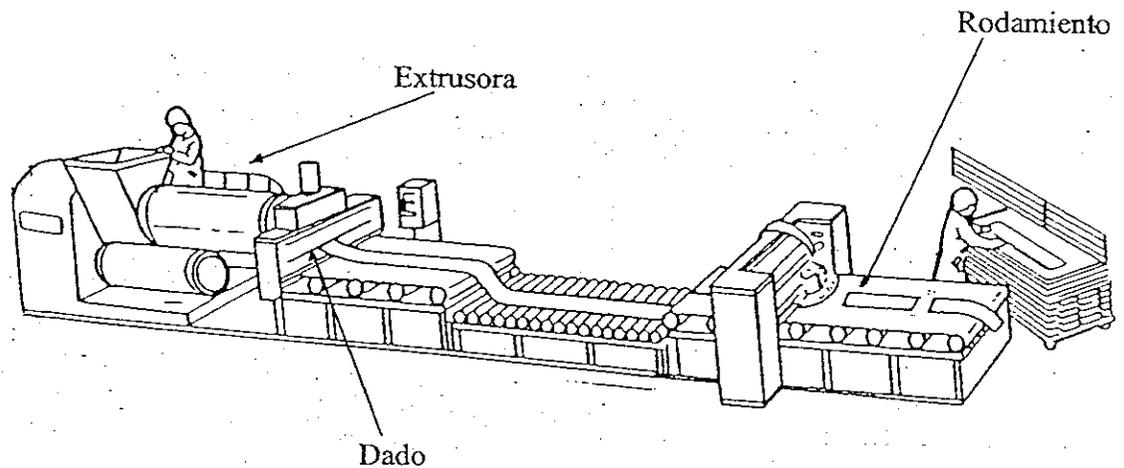


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

### 1.4.5 Tubera

El rodamiento de la llanta es extruído en la tubera en forma continua a través de un dado que le da la forma deseada. El rodamiento es fabricado de compuestos especiales de hule de alta resistencia a efecto de lograr muchos kilómetros de uso, flexibilidad y tracción.

Figura 12. Tubera



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos Ginsa - Goodyear Guatemala

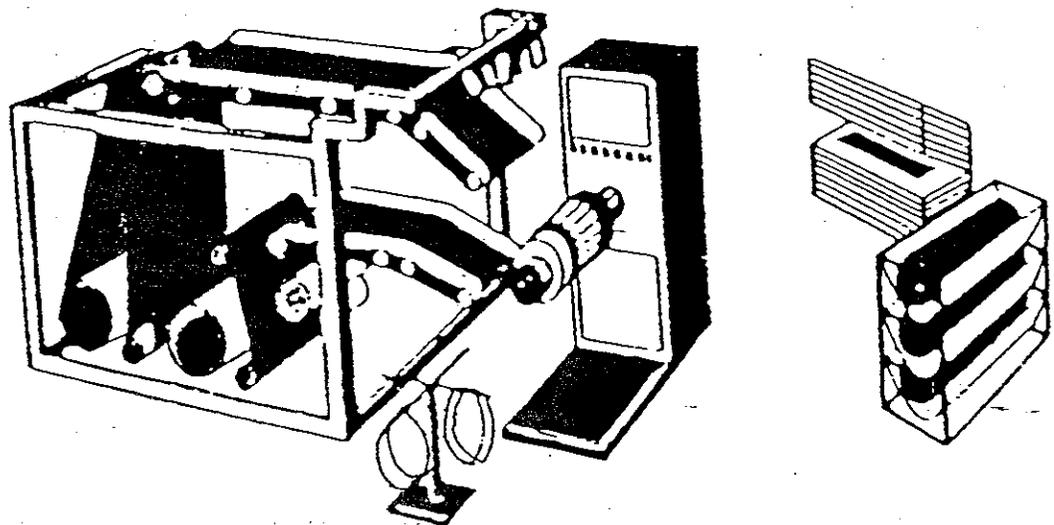
### 1.4.6 Construcción de llantas, pliegos o bandas

La totalidad de los elementos que necesita la llanta, son ensamblados por el operario en la máquina de construcción. Estos componentes son colocados sobre el tambor de construcción de llantas, hasta formar la carcasa o cuerpo de la llanta.

Sobre esta resistente carcasa, se coloca la banda de rodamiento, que será la parte de la llanta que estará en contacto directo con la superficie de caminos y carreteras.

La llanta es retirada del tambor de construcción y lubricada. Hasta llegar a esta fase, la llanta tiene la forma de un barril de hule y es conocida como "llanta verde" es decir, una llanta todavía no vulcanizada.

Figura 13. Máquina de construcción de llantas



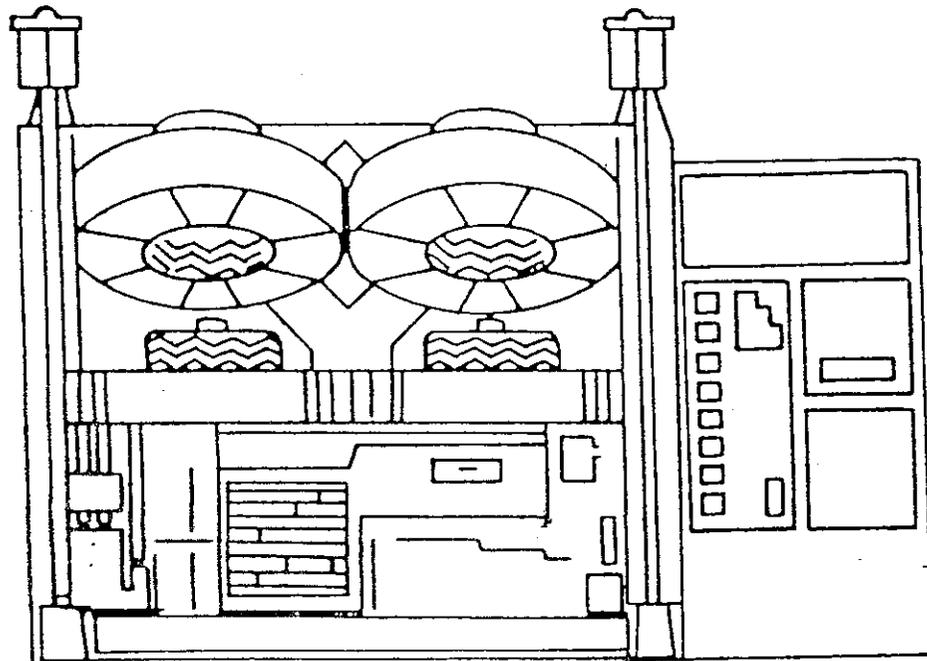
Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

#### 1.4.7 Vulcanización o curado

Las prensas vulcanizan las llantas y le graban el dibujo o labor a la banda de rodamiento. El proceso de vulcanización cambia el hule mediante la combinación de temperaturas y altas presiones, de su fase plástica a su fase sólida, resistente y elástica.

Figura 14. Prensa de vulcanizado

### VULCANIZACIÓN

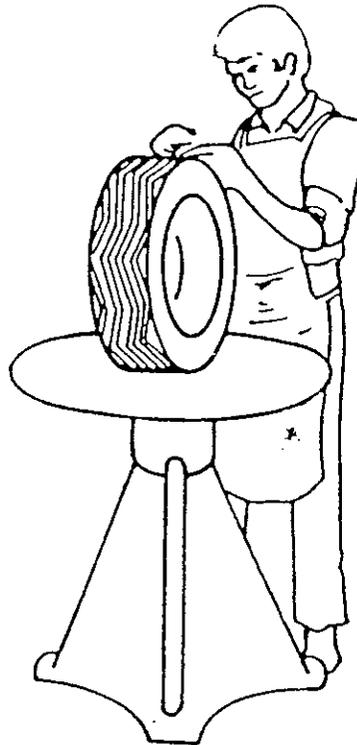


Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

### 1.4.8 INSPECCIÓN

Esta fase asegura que cada llanta que sale de la planta llena las estrictas normas establecidas por Goodyear. Además, existe un riguroso control de calidad que es ejercido durante todo el proceso de fabricación y que involucra a cada fase, sistema, mano de obra y material empleados, velando además porque éstos se ciñan a las especificaciones dictadas por el departamento técnico.

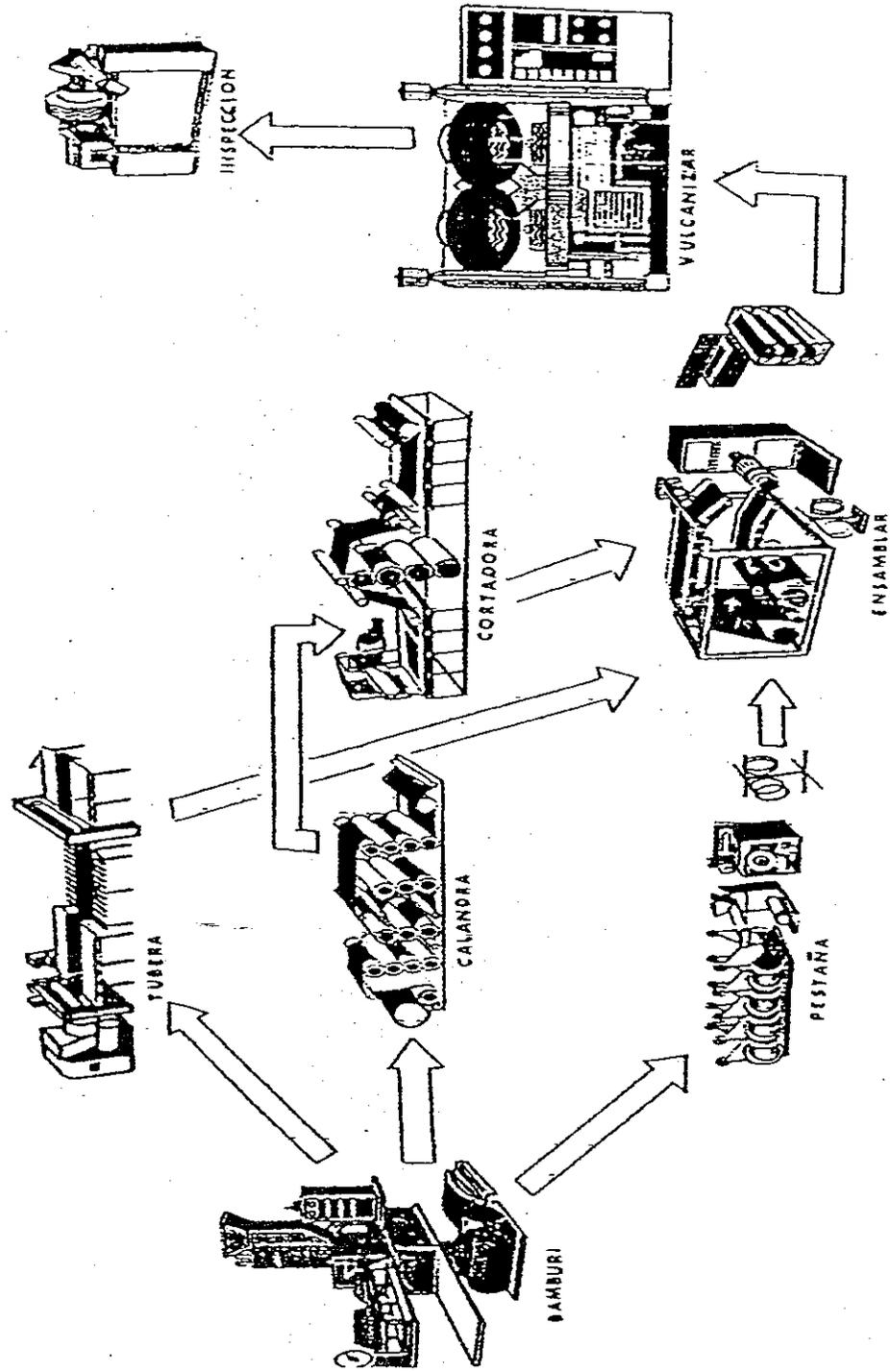
Figura 15. Inspección visual



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos Ginsa - Goodyear Guatemala

# PROCESO DE FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS

Figura 16. Proceso de fabricación de neumáticos



Fuente: Proceso de fabricación de neumáticos GINSA - Goodyear Guatemala

## 2. DEFINICIONES

### 2.1 Diagrama de operaciones del proceso

Un diagrama de operaciones es una representación gráfica en el cual los materiales e insumos son introducidos en el proceso en forma cronológica y secuencial. Este gráfico puede incluir una descripción detallada de los materiales, el tiempo requerido para cada operación e inspección y el lugar donde es realizada.

Este tipo de diagramas, utiliza únicamente dos símbolos, los cuales son:

Círculo representa una operación de transformación del producto.

Cuadrado representa una inspección, o sea cuando el producto es sometido a una revisión, para ver si cumple con algunas especificaciones.

Este diagrama sirve también para definir la distribución de la maquinaria, así como para la distribución en planta.

### 2.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de las operaciones, transporte, inspección, esperas, almacenamientos, etc., que suceden durante un proceso. Este diagrama, al igual que los demás, tiene dos enfoques: puede analizarse siguiendo el material en proceso, o puede analizarse siguiendo al operario; sin embargo,

es común utilizar el diagrama siguiendo el material. Además de los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones, se utilizan los símbolos de transporte que es una pequeña flecha, el de almacenamiento que es un pequeño triángulo, la D mayúscula que representa una demora. También existen las operaciones combinadas como la operación con inspección en este caso el símbolo será un círculo dentro de un cuadrado.

Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y los almacenamientos temporales.

### **2.3 Diagrama de recorrido**

Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de procesos se conoce como diagrama de recorrido.

Es de comprender que el diagrama de recorrido es una herramienta muy valiosa como complemento del diagrama de proceso, pues en él se puede trazar el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita el poder lograr una mejor distribución en planta.

El diagrama de recorrido o circulación es un esquema bidimensional de distribución en la planta y edificios de varios niveles. Cada actividad es identificada y localizada en el diagrama de circulación, por el símbolo y número correspondiente que aparece en el diagrama de flujo. La dirección del movimiento se indica colocando flechas de forma que apunte en la dirección del flujo.

Si un movimiento retrocede sobre el mismo trazado o es repetido en la misma dirección, se dibujan líneas separadas para cada movimiento para dar énfasis a este retroceso.

#### 2.4 Diagrama hombre-máquina

Este diagrama indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Con esto existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre y de máquina, y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo. La práctica de hacer que un obrero atienda más de una máquina se conoce como “acoplamiento del trabajo de máquinas”.

#### 2.5 Toma de tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método **continuo** se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento.

En la técnica de **regreso a cero** el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero; el tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio. Con los relojes electrónicos no se pierde tiempo regresándolos a cero.

## **2.6 Factores que influyen en la determinación del tiempo estándar**

### **\* Calificación del operario**

El analista evalúa la eficiencia del operador en término de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta eficiencia se le expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado. Un operario normal se define como un trabajador preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suele prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo.

### **\* Aplicación de márgenes o tolerancias**

Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional. La primera clase son las interrupciones personales, como idas al servicio sanitario o a tomar agua; la segunda es la fatiga, que, como se sabe, afecta al trabajador más fuerte, aun cuando efectúe el trabajo de tipo ligero. Por último, hay algunos retrasos inevitables para los cuales hay que conceder ciertas tolerancias, como: ruptura de las herramientas, interrupciones por el supervisor, irregularidades en los materiales y ligeros tropiezos con los útiles de trabajo.

## **2.7 Definición de tiempo estándar**

Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

## **2.8 Estudios de muestreo de trabajo**

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen una tarea, actividad o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

### 3. ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES

Para la determinación de los tiempos estándares se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se analizan los elementos productivos de la operación, desmembrándolos cada uno de ellos. Estos tienen una frecuencia de 1/1.
2. Se hace un estudio de muestreo de trabajo, el cual sirve para determinar las inconstancias o los elementos no productivos pero que son necesarios para la producción. Estos elementos ocurren con diferente frecuencia.
3. Teniendo todos los elementos que componen la operación y las inconstancias, se procede hacer la toma de tiempos de cada uno de ellos.
4. Para determinar el tiempo estándar se obtiene de la siguiente forma:
  - a) Se obtiene el promedio de los tiempos tomados, aplicándoles el factor de calificación del operario.
  - b) Se suman los tiempos de los elementos productivos que componen el ciclo de la operación.
  - c) Se suman los tiempos de las inconstancias que se producen durante la operación con diferentes frecuencias.
  - d) El tiempo estándar se obtiene sumando el tiempo de los elementos productivos más el tiempo de las inconstancias.

- e) Al tiempo estándar se le aplica un 5% de tiempo personal.
- f) El tiempo estándar permitido es la suma del tiempo estándar más el 5% de tiempo personal.

Para los estudios de tiempos se establece un formato el cual se identifica de la siguiente forma:

Al inicio llevará el encabezado de "Estudio de tiempos y movimientos". Luego la información distintiva, que comprende la descripción de la operación, departamento al que pertenece, fecha y nombre de la persona que elabora el estudio; además si consta de varias páginas.

En la primera parte se describen todo los elementos productivos que comprende la operación, con el tiempo que se llevó en realizar dicha operación y la frecuencia que tiene y su tiempo total que en este caso es el mismo que ha sido tomado. Luego se tiene el tiempo total de construcción de todos los elementos productivos.

En la segunda parte se describen todos los elementos improductivos (inconstancias), pero que son necesarios para completar la operación, en donde la frecuencia es variante, lo cual indica con que factor de repetitividad se da dicho elemento por unidad. El tiempo dado, multiplicado por la frecuencia tenemos el tiempo que corresponde por cada unidad, sumándolas todas tenemos el total de todos los elementos improductivos.

Al final se obtiene un resumen de todos los tiempos el cual incluye:

1. Tiempo neto de construcción
2. Tiempo de inconstancias
3. Tiempo estándar
4. Tiempo personal
5. Tiempo estándar permitido

Nota: Los tiempos están dados en centésimas de minuto.

### **3.1 Área de construcción de pestañas**

Las pestañas están formadas por tres operaciones

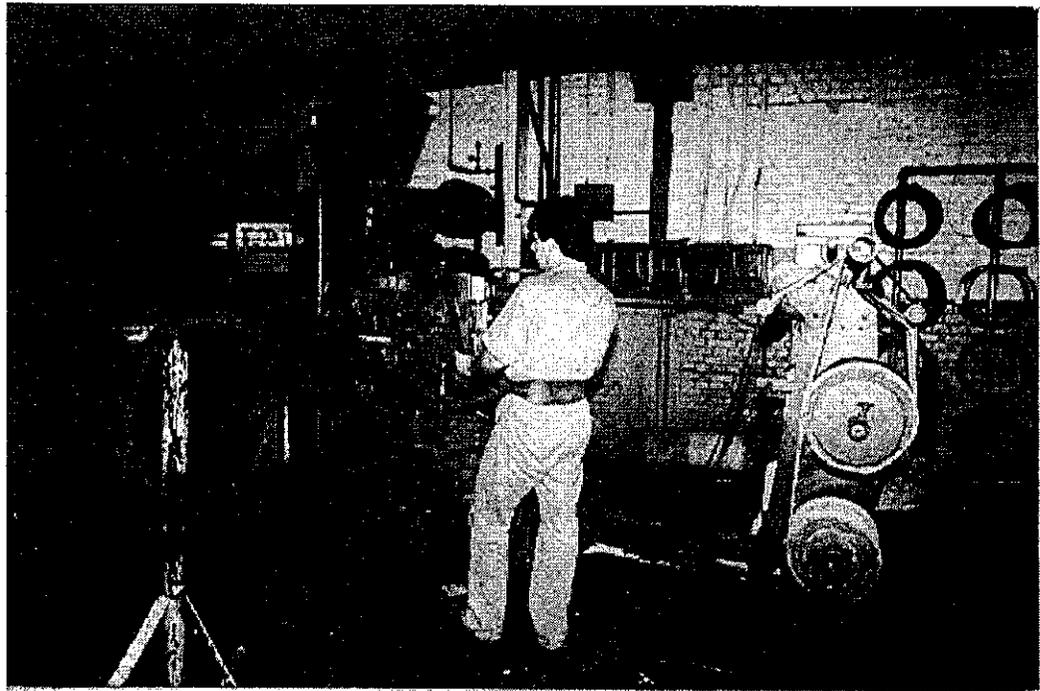
- a) La primera que es la que constituye la base de la llanta, que son los aros de alambre de acero recubiertos de compuestos de hule.
- b) La segunda es el relleno de hule que se les aplica a los aros.
- c) La tercera es el tejido que se le coloca alrededor del aro, esta operación es solo para los aros de camión.

### 3.1.1 Operación colocación de bandera

Esta operación consiste en operar la máquina aplicadora de bandera, desenrollando los liner que contienen la tira de tejido y aplicándola alrededor de un aro de pestaña, luego almacenarla en los racks respectivos.

Asimismo se efectúan todas las operaciones de complemento para realizar la operación principal.

Figura 22. Operación colocación de bandera



Fuente. Fábrica de llantas GINSA – Goodyear Guatemala

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : APLICAR BANDERA AROS DE  
PESTAÑA RIM20

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: SEPTIEMBRE '96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/3

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO	FREC.	TIEMPO ELEMENTO
1 ALCANZAR ARO CON LA MANO DERECHA DE RACK ADJUNTO, Y CON AMBAS MANOS COLOCARLO EN LA GUÍA DE LA MÁQUINA, ACCIONANDO EL APRISIONADOR CON LA MANO DERECHA PARA CERRAR LA GUÍA, LUEGO PRESIONA CON EL PIE IZQUIERDO EL PEDAL PARA HACER GIRAR LOS RODILLOS, CON LO CUAL PERMITE VERIFICAR QUE ESTE BIEN PUESTO EL ARO, LUEGO ALCANZA EL TEJIDO PARA APLICAR BANDERA CON AMBAS MANOS Y LO COLOCA EN POSICIÓN.	0.084	1/1	0.084
2 ACCIONAR PEDAL CON PIE IZQUIERDO HACIENDO GIRAR LOS RODILLOS Y APLICAR BANDERA, GUIANDO CON LA MANO DERECHA EL ARO Y CON LA MANO IZQUIERDA EL TEJIDO, LUEGO SOSTIENE EL TEJIDO CON LA MANO DERECHA, LLEVANDO SU MANO IZQUIERDA POR ENCIMA DEL ARO PARA SOSTENERLA Y CON LA MANO DERECHA SESGA EL TEJIDO.	0.078	1/1	0.078
3 CON EL PIE IZQUIERDO ACCIONA PEDAL PARA TERMINAR DE GUIAR EL TEJIDO, CON LA MANO DERECHA ABRE EL APRISIONADOR Y CON LA MANO IZQUIERDA QUITA EL ARO DE LA MÁQUINA Y LO COLOCA EN RACK ADJUNTO, TOMANDO CON LA MANO DERECHA EL NUEVO ARO PARA COLOCAR LA BANDERA.	0.045	1/1	0.045
<b>TIEMPO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>0.207</b>

FUENTE: FIGURA 17

-ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : APLICAR BANDERA AROS DE  
PESTAÑA RIMZO

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: SEPTIEMBRE '96

REALIZADO POR: CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/3

<u>INCONSTANCIAS</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>FREC</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
A ALCANZAR LOTE DE AROS DEL AREA DE RELLENO AL AREA DE TRABAJO.	0.256	1/30	0.0085
B ALCANZAR LOTE DE AROS DE RACK ALMACENADORES DE RELLENO AL AREA DE TRABAJO.	0.288	1/30	0.0096
C TRASLADAR LOTE DE AROS TERMINADOS DEL LUGAR DE TRABAJO AL AREA DE ALMACENAMIENTO.	0.281	1/46	0.0061
D DESMONTAR LINER TERMINADO DE LA MÁQUINA DE RODILLOS, POSICIONANDO EL RODILLO ENROLLADOR.	0.347	1/52	0.0067
E TRASLADARSE A DEJAR LINER VACÍO EN EL DEPOSITO, LUEGO ALCANZA LINER CON TEJIDO DEL AREA DE RACKS DE ALMACENAMIENTO A MÁQUINA DE RODILLOS.	0.198	1/104	0.0019
F COLOCAR LINER CON TEJIDO SOBRE RODILLOS Y COLOCAR EN POSICIÓN UNA TIRA DEL TEJIDO PARA QUE SE ENROLLE EN EL LINER Y LA OTRA TIRA SE COLOCA EN POSICIÓN ALIMENTADORA PARA SER APLICADO.	0.833	1/52	0.0160
G CAMBIO DE POSICIÓN DEL LINER Y EL RODILLO CON UNA TIRA DE TEJIDO, LUEGO COLOCARLO EN POSICIÓN ALIMENTADORA PARA SER APLICADO.	0.909	1/52	0.0175
H LINER ROTO, ENEBRARLO Y HACER QUE GIRE BIEN SOBRE RODILLOS.	0.376	4/52	0.0289
I DESENNROLLAR LINER Y TEJIDO	0.074	4/52	0.0057
J DESPEGAR TEJIDO Y HACER GIRAR LINER.	0.212	4/52	0.0163
K CORTAR MATERIAL ARRUGADO DEL INICIO DE LA BANDERA	0.149	1/300	0.0005
L ARREGLAR GUÍAS DE LA MAQUINA.	0.113	1/450	0.0003
M POSICIONAR PEDAL.	0.49	1/700	0.0007
N PINTAR CON BROCHA EL INTERIOR DE CADA LOTE TERMINADO, APLICANDO LINEAS DE COLORES REQUERIDOS PARA SU IDENTIFICACION.	0.553	1/46	0.0120
<b>TIEMPO TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			<b>0.131</b>

FUENTE: FIGURA 17.

## ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : APLICAR BANDERA AROS DE  
PESTAÑA RIM20

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: SEPTIEMBRE '96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 3/3

### DETALLE DE TIEMPOS

TIEMPO NETO DE CONSTRUCCIÓN	0.207
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.131
TIEMPO ESTÁNDAR	0.338
TIEMPO PERSONAL	0.017
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	0.355
PRODUCCIÓN AROS/HORA	169
PRODUCCIÓN AROS/TURNO	1241

FUENTE: FIGURA 17

Tabla I. Resumen de tiempos de aplicación de bandera

**RESUMEN**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**  
**APLICACIÓN DE BANDERA A AROS DE CAMIÓN**

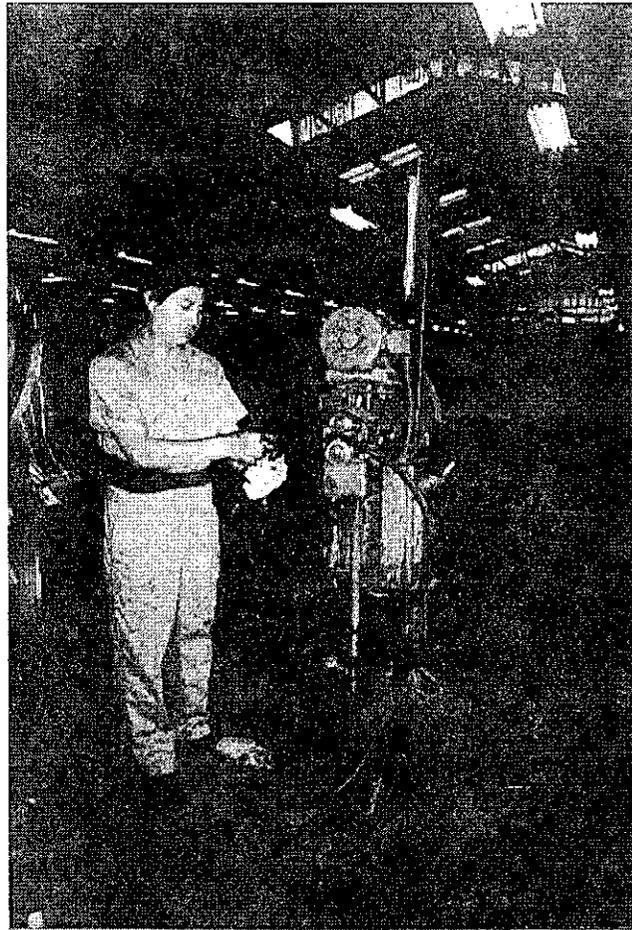
TAMAÑO DEL ARO	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE INCONSTANCIAS	TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	PRODUCCIÓN AROS / HORA	PRODUCCIÓN AROS / TURNO
RIM 20	0.207	0.13	0.354	169	1242
RIM 22	0.215	0.13	0.362	166	1214
RIM 22.5	0.217	0.13	0.364	165	1207

Nota: tiempo en centesimas.

### 3.1.2 Operación colocar relleno de camión

Esta operación consiste en operar la máquina aplicadora de relleno. El relleno (tira de hule) viene en rollos de polietileno el cual se va cortando en láminas a la medida del aro, luego es despegado de las láminas para ser aplicado alrededor de los aros de pestaña de camión para ser almacenados.

Figura 18. Operación colocar relleno de camión



Fuente: Fábrica de llantas GINSA – Goodyear Guatemala

## ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : APLICAR RELLENO DE CAMION A AROS  
DE PESTAÑA RIM 20

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: NOVIEMBRE '96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/2

<u>DESCRIPCION DEL ELEMENTO</u>	<u>TIEMPO (MIN.)</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 GIRAR 45° Y ALCANZAR UN ARO DE PESTAÑA Y COLOCARLO SOBRE LA MÁQUINA	0.011	1/1	0.011
2 GIRAR 90° Y ALCANZAR TIRA DE RELLENO, DESPEGANDOLA DEL POLIETILENO DONDE VIENE ENROLLADO , COLOCARLO EN POSICION SOBRE EL ARO.	5.8	1/1	0.058
3 CON EL PIE DERECHO ACCIONAR PEDAL HACIENDO GIRAR LOS RODILLOS Y COLOCAR EL RELLENO SOBRE LA CIRCUNFERENCIA EXTERNA DEL ARO, GUIANDO CON LA MANO DERECHA LA TIRA DE RELLENO Y CON LA MANO IZQUIERDA SOSTIENE EL ARO, AL TERMINAR LO EMPALMA.	5.2	1/1	0.052
4 RETIRA LA PESTAÑA DE LA MÁQUINA, GIRA 45° Y COLOCA EL ARO EN EL RACK ADJUNTO	1.8	1/1	0.018
<b>TIEMPO TOTAL DE CONSTRUCCION</b>			<b>0.139</b>

### INCONSTANCIAS

A TRANSPORTAR AROS CON CUBRE DEL AREA DE CUBRE AL AREA DE RELLENO.	0.15	21/250	0.013
B ACONDICIONAR ARO EN EL RACK ANTES O DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL RELLENO.	0.06	21/283	0.004
C DAR VUELTA AL RACK DE CRUZ CUANDO YA SE HA LLENADO UN BRAZO.	0.1	3/240	0.001
D QUITAR PLASTICO QUE PROTEGE EL RELLENO Y COLOCARLO EN UN GANCHO.	0.044	1/23	0.002
E TRASLADAR RACK DE AROS, AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTAR RACK VACIO A SU LUGAR DE TRABAJO.	0.983	3/283	0.010
F TRANSPORTAR ROLLOS DE RELLENO DEL AREA DE ALMACENAMIENTO AL TUBO DE COLOCACION PARA ALIMENTAR SU OPERACION.	0.44	1/345	0.001
G CORTAR LAMINAS DE POLIETILENO JUNTO CON TIRAS DE RELLENO, UTILIZANDO TIJERAS.	0.44	1/23	0.019
H TRASLADAR A DEPOSITAR AL BOTE DE BASURA POLIETILENO SOBRANTE Y REGRESAR A SU LUGAR DE TRABAJO	0.27	1/184	0.002
<b>TIEMPO TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			<b>0.052</b>

FUENTE: FIGURA 18

## ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : APLICAR RELLENO DE CAMION A AROS  
DE PESTAÑA RIM 20

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: NOVIEMBRE '96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/2

### DETALLE DE TIEMPOS

TIEMPO NETO DE CONSTRUCCIÓN	0.139
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.052
TIEMPO ESTÁNDAR	0.191
TIEMPO PERSONAL	0.01
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	0.201
PRODUCCIÓN AROS/HORA	300
PRODUCCIÓN AROS/TURNO	2194

FUENTE. FIGURA 18

Tabla II. Resumen de tiempos de aplicación de relleno aros de camión

**RESUMEN**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**  
**APLICACIÓN DE RELLENO A AROS DE CAMIÓN**

TAMAÑO DEL ARO	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE INCONSTANCIAS	TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	PRODUCCIÓN AROS / HORA	PRODUCCIÓN AROS / TURNO
RIM 20	0.14	0.052	0.202	297	2178
RIM 22	0.144	0.052	0.206	291	2133
RIM 22.5	0.146	0.052	0.208	289	2119

Nota: tiempo en centesimas.

### 3.1.3 Operación colocar relleno radial

El relleno radial es una tira de hule el cual esta almacenado en rollos de polietileno, el operador lo corta en laminas a la medida del aro, luego desprende una tira de hule y la aplica manualmente alrededor del aro de pestaña.

Figura 19. Operación colocar relleno radial



Fuente. Fábrica de llantas GINSA - Goodyear Guatemala

## ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION: APLICAR RELLENO RADIAL A AROS DE  
DE PESTAÑA REM 13

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: NOVIEMBRE, '96

REALIZADO POR: CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/2

<u>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 GIRAR 45° Y ALCANZAR UN ARO DE PESTAÑA Y COLOCARLO SOBRE OTRO PIN DEL MISMO RACK.	0.039	1/1	0.039
2 GIRAR 90° Y ALCANZAR TIRA DE RELLENO, DESPEGANDOLA DEL POLIETILENO DONDE VIENE ENROLLADO, COLOCARLO EN POSICION SOBRE EL ARO.	0.066	1/1	0.066
3 APLICAR MANUALMENTE LA TIRA DE RELLENO SOBRE LA CIRCUNFERENCIA EXTERNA DEL ARO, GUIANDO CON LA MANO DERECHA LA TIRA DE RELLENO Y CON LA MANO IZQUIERDA SOSTENER EL ARO, EMPALMARLO Y CON LA MANO DERECHA EMPULAR EL ARO SOBRE EL PIN DEL RACK PARA ALMACENARLO, SIMULTANEAMENTE LLEVA LA MANO IZQUIERDA EN POSICION PARA TOMAR EL NUEVO ARO.	0.13	1/1	0.130
<b>TIEMPO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>0.235</b>
<b>INCONSTANCIAS</b>			
A CORTAR SOBRANTE DE RELLENO CON TIJERA, DEPOSITAR SOBRANTE EN EL LUGAR QUE PARA EL EFECTO EXISTE.	0.058	1/9	0.006
B APLICAR BENCINA A AMBAS PUNTAS DEL MATERIAL DE RELLENO	0.48	1/64	0.008
C APLICAR BENCINA A UN LOTE DE AROS.	0.69	1/40	0.017
D QUITAR PLASTICO QUE PROTEGE EL RELLENO Y COLOCARLO EN UN GANCHO.	0.09	1/8	0.011
E ALCANZAR LOTE DE PESTAÑAS PARA COLOCAR TIRA DE RELLENO DEL RACK FIJO.	0.26	1/30	0.009
F DESENGROLLAR LAMINAS DE POLIETILENO CON OCHO TIRAS DE RELLENO, CORTAR LAMINAS DE POLIETILENO JUNTO CON TIRAS DE RELLENO, UTILIZANDO TIJERAS.	0.25	4/32	0.031
G TRASLADAR A DEPOSITAR AL BOTE DE BASURA SOBRANTE DE POLIETILENO.	0.1	1/96	0.001
H ACERCAR AROS A LA ORILLA DEL RACK PARA ALIMENTAR SU OPERACIÓN	0.03	1/20	0.002
I COLOCAR O ACOMODAR RACK EN POSICION DE ALIMENTACION Y ALMACENAMIENTO	0.15	1/70	0.002
J ALCANZAR CON AMBAS MANOS DE RACK DE ALMACENAMIENTO UN ROLLO DE TIRAS DE RELLENO.	0.15	1/96	0.002
K TRASLADAR LOTE DE AROS TERMINADOS AL RACK DE ALMACENAMIENTO.	0.133	1/40	0.003
L CAMBIO DE LOTE TERMINADO DE UN PIN A OTRO PIN DEL MISMO RACK.	0.093	1/20	0.005
<b>TIEMPO TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			<b>0.097</b>

FUENTE: FIGURA 19

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

OPERACION : APLICAR RELLENO RADIAL A AROS DE  
DE PESTAÑA RIM 13

DEPTO: PESTAÑAS

FECHA: Noviembre-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/2

**DETALLE DE TIEMPOS**

TIEMPO NETO DE CONSTRUCCIÓN	0.235
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.097
TIEMPO ESTÁNDAR	0.331
TIEMPO PERSONAL	0.017
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	0.348
PRODUCCIÓN AROS/HORA	173
PRODUCCIÓN AROS/TURNO	1266

FUENTE. FIGURA 19

Tabla III. Resumen de tiempos aplicación de relleno radial

**RESUMEN**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**  
**APLICACIÓN DE RELLENO RADIAL**

TAMAÑO DEL ARO	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE INCONSTANCIAS	TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	PRODUCCIÓN AROS / HORA	PRODUCCIÓN AROS / TURNO
RIM 12	0.225	0.096	0.337	178	1306
RIM 13	0.235	0.096	0.347	173	1267
RIM 14	0.245	0.096	0.358	168	1230
RIM 15	0.256	0.096	0.369	162	1191

Nota: tiempo en centesimas.

### 3.2 Área de vulcanización

Carga de llanta verde y descarga de llanta curada.

Esta operación consiste en tomar una llanta verde y colocarla dentro de los moldes de la prensa, manipulando los botones de la prensa para hacer todos los pasos requeridos para curar la llanta.

Después de tener la llanta el tiempo requerido de cura, abre automáticamente la prensa y se procede a la descarga de la llanta, luego se vuelve a cargar la prensa y así se mantiene el ciclo. El estudio se realizó en las prensas de camión (Prensa Nrm y Autoform) y radial.

### 3.2.1 Carga y descarga de llanta de camión

#### ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA DE CAMION EN PRENSAS NRM

DEPTO: VULCANIZACION

FECHA: DICIEMBRE-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/2

<u>DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO</u>	<u>TIEMPO (Min.)</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 ABRE PRENSA AUTOMATICAMENTE, AL MISMO TIEMPO EL OPERARIO ALCANZA CON AMBAS MANOS LAS LLANTAS VERDES Y LAS COLOCA FRENTE A LA PRENSA.	0.61	1/1	0.61
2 AL ABRIR PRENSA SUBE EL PRIMER VASTAGO CON LA LLANTA VULCANIZADA.	0.14	1/1	0.14
3 LUEGO SUBE EL SEGUNDO VASTAGO CON LA OTRA LLANTA VULCANIZADA	0.17	1/1	0.17
4 AUTOMATICAMENTE ENTRAN PARRILLAS HORIZONTALMENTE EN MEDIO DE LA CAVIDAD DE LA PRENSA	0.16	1/1	0.16
5 SUBEN Y BAJAN LOS VASTAGOS, DEJANDO LAS LLANTAS ENCIMA DE LAS PARRILLAS	0.39	1/1	0.39
6 SUBE Y SE INCLINAN LAS PARRILLAS, CON LO CUAL LAS LLANTAS SE DESLIZAN, AL AREA DE POSTINFLADO.	0.15	1/1	0.15
7 LUEGO BAJAN Y SE SALEN LAS PARRILLAS DE LA PRENSA EN FORMA HORIZONTAL	0.33	1/1	0.33
8 ALCANZAR CON LA MANO IZQUIERDA LA MANGUERA PARA APLICAR AIRE QUE ESTA COLOCADA A UN LADO DEL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA Y CON LA MANO DERECHA ARIR LA LLAVE DE PASO DEL AIRE, LUEGO APLICAR EL AIRE A LOS MOLDES DE LA PRENSA Y A LOS VASTAGOS PARA LIMPIAR EL AGUA QUE QUEDA CONDENSADA Y PARTICULAS EXTRAÑAS QUE PUEDAN EXISTIR.	0.21	1/1	0.21
9 TOMAR CON AMBAS MANOS LA PRIMERA LLANTA VERDE Y COLOCARLA DENTRO DEL MOLDE DE LA PRENSA	0.26	1/1	0.26
10 TOMAR CON AMBAS MANOS LA SEGUNDA LLANTA VERDE Y COLOCARLA DENTRO DEL MOLDE DE LA PRENSA	1.33	1/1	1.33
11 PRESIONAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA, CON LOS CUALES SE ACCIONA EL CONFORMADO DE AMBAS LLANTAS (AL MISMO TIEMPO VERIFICA QUE SE ESTE CONFORMANDO BIEN)	0.29	1/1	0.29
12 ALCANZAR ALMOHADILLA Y HUMEDECERLA CON BENCINA, LUEGO APLICAR SOBRE UNA PESTAÑA DE CADA UNA DE LAS LLANTAS QUE VAN A SER CARGADAS A LA PRENSA	0.31	1/1	0.31
13 MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL, LOS CUALES ACCIONA EL MECANISMO PARA CERRAR LA PRENSA. ALCANZA CON LA MANO IZQUIERDA LA MANGUERA Y CON LA MANO DERECHA ABRE LA LLAVE DE PASO, LUEGO APLICA AIRE A LOS MOLDES DE LA PRENSA Y COLOCA EN SU LUGAR LA MANGUERA.	0.53	1/1	0.53
<b>TIEMPO TOTAL DE CARGA Y DESCARGA</b>			<b>4.88</b>

FUENTE. FIGURA 14

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

OPERACIÓN : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA DE  
CAMION EN PRENSAS NRM

DEPTO: VULCANIZACIÓN

FECHA: DICIEMBRE 96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/2

<u>INCONSTANCIAS</u>	<u>TIEMPO (Min.)</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 QUITAR RESIDUOS O PARTICULAS EXTRAÑAS EN EL MOLDE	0.23	1/3	0.08
2 TRASLADARSE A COMPONER LLANTA EN EL ÁREA DE POSTINFLADO	0.5	1/5	0.10
3 APLICAR POLVO A LAS LLANTAS VERDES POR DEMASIADO LUBRICANTE	0.34	1/4	0.09
<b>TIEMPO TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			<b>0.26</b>

DETALLE DE TIEMPOS

TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA	4.88
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.26
TIEMPO ESTÁNDAR	5.14
TIEMPO PERSONAL	0.26
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	5.40

FUENTE. FIGURA 14

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

OPERACIÓN : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA DE CAMION EN PRENSAS AUTOFORM

DEPTO: VULCANIZACIÓN

FECHA: DICIEMBRE-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/2

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	TIEMPO (Min.)	FREC.	TIEMPO ELEMENTO
1 ABRE PRENSA AUTOMATICAMENTE, AL MISMO TIEMPO EL OPERARIO ALCANZA CON AMBAS MANOS LAS LLANTAS VERDES Y LAS COLOCA FRENTE A LA PRENSA	0.63	1/1	0.63
2 MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA PARA DESCARGAR LAS LLANTAS	1.76	1/1	1.76
3 ALCANZAR ALMOHADILLA Y HUMEDECERLA CON BENCINA, LUEGO APLICAR SOBRE LAS PESTÑAS DE CADA UNA DE LAS LLANTAS QUE VAN A SER CARGADAS A LA PRENSA.	0.25	1/1	0.25
4 TOMAR CON AMBAS MANOS LA PRIMERA LLANTA VERDE Y COLOCARLA DENTRO DEL MOLDE DE LA PRENSA	0.23	1/1	0.23
5 TOMAR CON AMBAS MANOS LA SEGUNDA LLANTA VERDE Y COLOCARLA DENTRO DEL MOLDE DE LA PRENSA	0.22	1/1	0.22
6 PRESIONAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA, CON LOS CUALES SE ACCIONA EL CONFORMADO DE AMBAS LLANTAS. (AL MISMO TIEMPO MANIPULA LAS LLANTAS PARA QUE SE CONFORMEN BIEN).	2.14	1/1	2.14
7 MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL, LOS CUALES ACCIONA EL MECANISMO PARA CERRAR LA PRENSA. AL MISMO TIEMPO QUE CIERRA LA PRENSA , ALCANZA CON LA MANO IZQUIERDA LA MANGUERA Y CON LA MANO DERECHA ABRE LA LLAVE DE PASO, LUEGO APLICA AIRE A LOS MOLDES DE LA PRENSA Y COLOCA EN SU LUGAR LA MANGUERA.	0.84	1/1	0.84
<b>TIEMPO TOTAL DE CARGA Y DESCARGA</b>			<b>6.07</b>

FUENTE. FIGURA 14

### ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACIÓN : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA DE  
CAMION EN PRENSAS AUTOFORM

DEPTO: VULCANIZACION

FECHA: DICIEMBRE-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/2

<u>INCONSTANCIAS</u>	<u>TIEMPO (Min.)</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 QUITAR RESIDUOS O PARTICULAS EXTRAÑAS EN EL MOLDE	0.23	1/3	0.08
2 TRASLADARSE A COMPONER LLANTA EN EL AREA DE POSTINFLADO	0.5	1/5	0.10
3 APLICAR POLVO A LAS LLANTAS VERDES POR DEMASIADO LUBRICANTE	0.34	1/4	0.09
			<hr/>
			<b>0.26</b>
<b>TIEMPO TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			

#### DETALLE DE TIEMPOS

TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA	6.07
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.26
TIEMPO ESTÁNDAR	6.33
TIEMPO PERSONAL	0.32
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	6.65

FUENTE. FIGURA 14

### 3.2.2 Carga y descarga de llanta radial

#### ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

OPERACION : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA  
EN PRENSAS RADIAL

DEPTO: VULCANIZACION

FECHA: Marzo-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 1/2

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO	FREC.	TIEMPO
	(Min.)		ELEMENTO
1 ABRE PRENSA AUTOMATICAMENTE. AL MISMO TIEMPO EMPIEZAN A SUBIR VASTAGOS.	0.44	1/1	0.44
2 SUBEN VASTAGOS.	0.03	1/1	0.03
3 MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL PARA QUE ENTREN LAS PARRILLAS.	0.09	1/1	0.09
4 BAJAN LOS VASTAGOS Y QUEDAN LAS LLANTAS SOBRE LAS PARRILLAS.	0.06	1/1	0.06
5 TOMAR CON AMBAS MANOS LA PRIMERA LLANTA VULCANIZADA, INSPECCIONARLA Y LUEGO DEJARLAS RODAR HACIA EL PASILLO.	0.12	1/1	0.12
6 TOMAR CON AMBAS MANOS LA SEGUNDA LLANTA VULCANIZADA, INSPECCIONARLA Y LUEGO DEJARLAS RODAR HACIA EL PASILLO.	0.15	1/1	0.15
7 MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL PARA QUE SALGAN LAS PARRILLAS. Y AL MISMO TIEMPO SE PRESIONA LOS BOTONES PARA QUE ENTREN LOS CARGADORES.	0.1	1/1	0.1
8 TERMINAN DE ENTRAR LOS CARGADORES Y COLOCAN LAS LLANTA EN LAS RESPECTIVAS CAVIDADES.	0.14	1/1	0.14
9 BAJAN LOS VASTAGOS Y SE PRODUCE EL CONFORMADO. AL MISMO TIEMPO ALCANZA CON LA MANO IZQUIERDA LA MANGUERA Y CON LA MANO DERECHA ABRE LA LLAVE DE PASO, LUEGO APLICA AIRE A LOS MOLDES DE LA PRENSA Y COLOCA EN SU LUGAR LA MANGUERA.	0.25	1/1	0.25
10 LUEGO SALEN LOS CARGADORES.	0.14	1/1	0.14
11 AL SALIRSE LOS CARGADORES, AUTOMATICAMENTE SE CIERRA LA PRENSA.	0.33	1/1	0.33
<b>TIEMPO TOTAL DE CARGA Y DESCARGA</b>			<b>1.85</b>

FUENTE: FIGURA 14

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

OPERACIÓN : CARGA Y DESCARGA DE LLANTA  
EN PENSAS RADIAL

DEPTO: VULCANIZACIÓN

FECHA: Marzo-96

REALIZADO POR : CARLOS QUIROA

PAGINA: 2/2

**INCONSTANCIAS**

	<u>TIEMPO (Min.)</u>	<u>FREC.</u>	<u>TIEMPO ELEMENTO</u>
1 MAL CONFORMADO, MANIPULAR BOTONES DEL PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA PARA VOLVER A CONFORMAR	1.09	1/10	0.11
2 LAS PARRILLAS NO ENTRAN BIEN.	0.4	1/10	0.04
3 LA LLANTA SE PEGA AL MOLDE DE ARRIBA,, MANIPULAR BOTENES DEL PANEL DE CONTROL , SEMICERRANDO LA PRENSA PARA DESPEGAR LA LLANTA.	0.41	1/15	0.03
4 ALCANZAR CEPILLO DE ALAMBRE Y LIMPIAR MATERIA EXTRAÑA EN EL MOLDE.	0.46	1/12	0.04
5 SE SUELTAN LAS LLANTAS DE LOS CARGADORES CUANDO ESTOS VAN A CARGAR LA PRENSA, ENTONCES HAY QUE COLOCAR LAS LLANTAS NUEVAMENTE EN LOS CARGADORES PARA CARGAR LA PRENSA.	0.37	1/8	0.05
<b>TOTAL DE INCONSTANCIAS</b>			<b>0.26</b>

**DETALLE DE TIEMPOS**

TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA	1.85
TIEMPO DE INCONSTANCIAS	0.26
TIEMPO ESTÁNDAR	2.11
TIEMPO PERSONAL	0.11
TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO	2.22

FUENTE FIGURA 14

Tabla IV. Resumen de tiempos de carga y descarga de llanta de camión y radial

## RESUMEN

### ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

#### CARGA Y DESCARGA DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL

PRENSA DE CAMIÓN	TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA	TIEMPO DE INCONSTANCIAS	TIEMPO ESTÁNDAR PERMITIDO
NRM	0.14	0.26	5.4
AUTOFORM	0.144	0.26	6.65
PRENSA RADIAL	1.85	0.26	2.22

Nota: tiempo en centesimas

#### 4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA O ESPACIOS FÍSICOS

(Ubicación de maquinaria, equipos y oficinas)

Este capítulo se refiere a la instalación de equipo o maquinaria elegida en el lugar adecuado, que permita procesar el producto de tal forma que se aminore el manejo o conducción de materiales, reduciendo así distancia y tiempo, proporcionando un proceso eficiente.

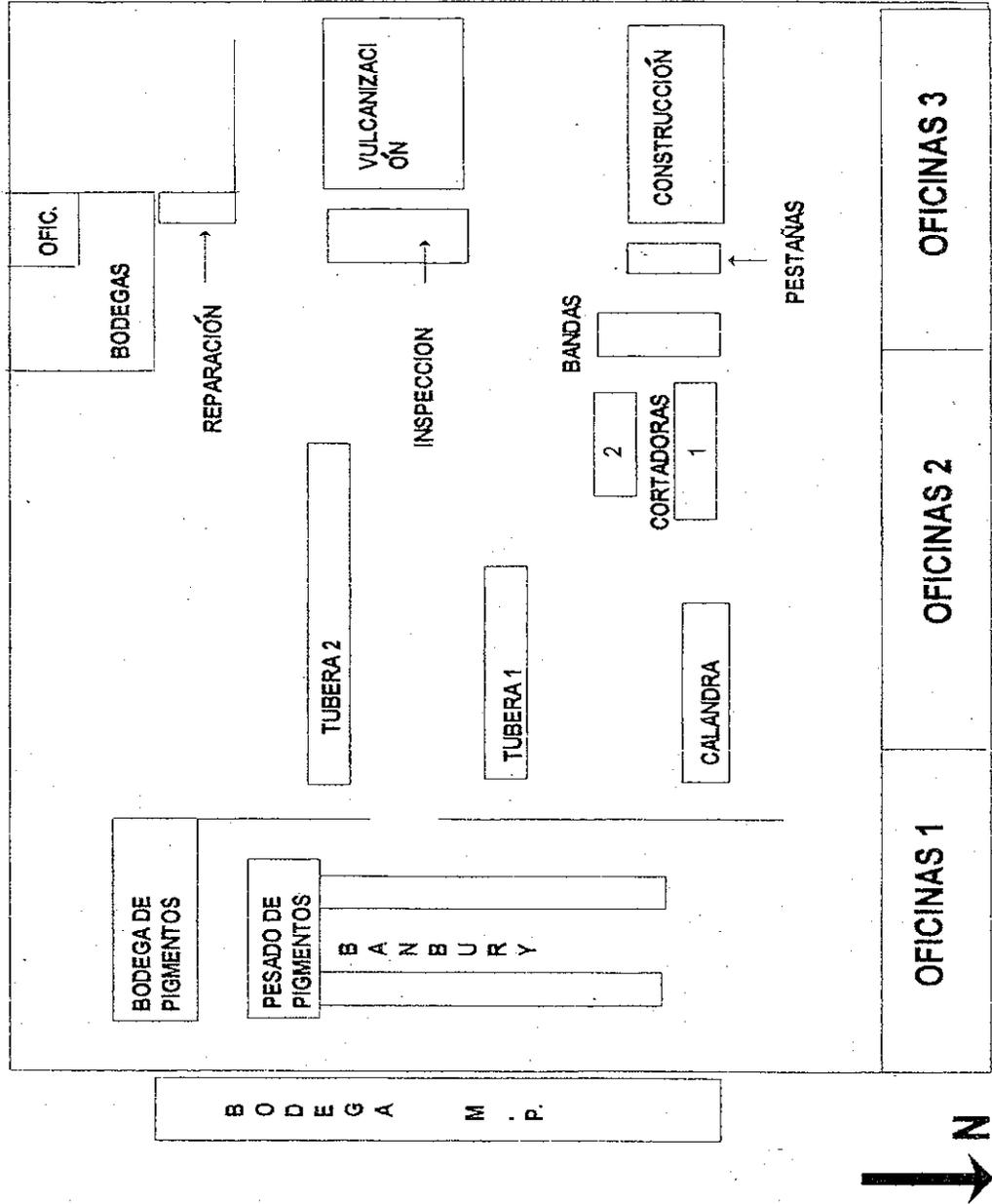
Se presenta un esquema de la fábrica de llantas la cual servirá de referencia para hacer énfasis en las áreas a trabajar.

##### **Criterios para distribución de maquinaria**

- **Integración:** tomar en cuenta todo lo que participa en el proceso.
- **Mínima distancia movida**
- **Flujo:** eficacia en la manipulación de materiales que conlleven a una secuencia de operaciones.
- **Espacios cúbicos:** considerar volúmenes de máquinas para poder contemplar todo el espacio disponible o el requerido.
- **Seguridad:** se debe estimar todo tipo de peligro, de tal manera que debe ser el menor riesgo tanto para el factor humano como para el físico.
- **Balance:** evitar cuellos de botella.
- **Flexibilidad:** que después pueda ser reajustada o removida la maquinaria con el mínimo de inconvenientes.

Figura 20. Esquema de fábrica de llantas

# ESQUEMA DE FÁBRICA DE LLANTAS



Fuente: Fábrica de llantas GINSA - Goodyear Guatemala

#### 4.1 Distribución de maquinaria en el área de reparación de llanta

Actualmente, al inspeccionar una llanta y al encontrarse un defecto, esta es separada y colocada dentro de un carro y luego se continúa inspeccionando las demás llantas. Luego de terminar de inspeccionar un lote, las llantas son trasladadas a la bodega y las defectuosas al área de reparación.

El problema que se tiene en esta área es que se congestiona con las llantas que se están almacenando temporalmente; se pierde tiempo en almacenar las llantas defectuosas y luego en tener que trasladarlas al área de reparación, tomando en cuenta a la distancia que se encuentra dicha área tal como se muestra en el diagrama de recorrido actual.

La propuesta que se presenta es el traslado del área de reparación a una área cercana a la de inspección final tal como se presenta en el diagrama de recorrido propuesto.

Las ventajas que se tienen son:

- Disminuye la distancia y por ende el tiempo de transporte.
- Las llantas defectuosas que se vayan encontrando pueden ser trasladadas al área de reparación de una sola vez, ya que se encuentra a una distancia mínima y éstas pueden ser rodadas sin provocar ningún tipo de accidente ya que el área está protegido con una baranda la cual servirá de tope.
- Se logra un mejor flujo, con lo cual se descongestiona y se evita demora en almacenar y trasladar la llanta.

Figura 21. Área actual de reparación de llantas

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE REPARACION DE LLANTA

Empresa: GINSA  
Método: Actual

Elaborado por: Carlos Quiroa

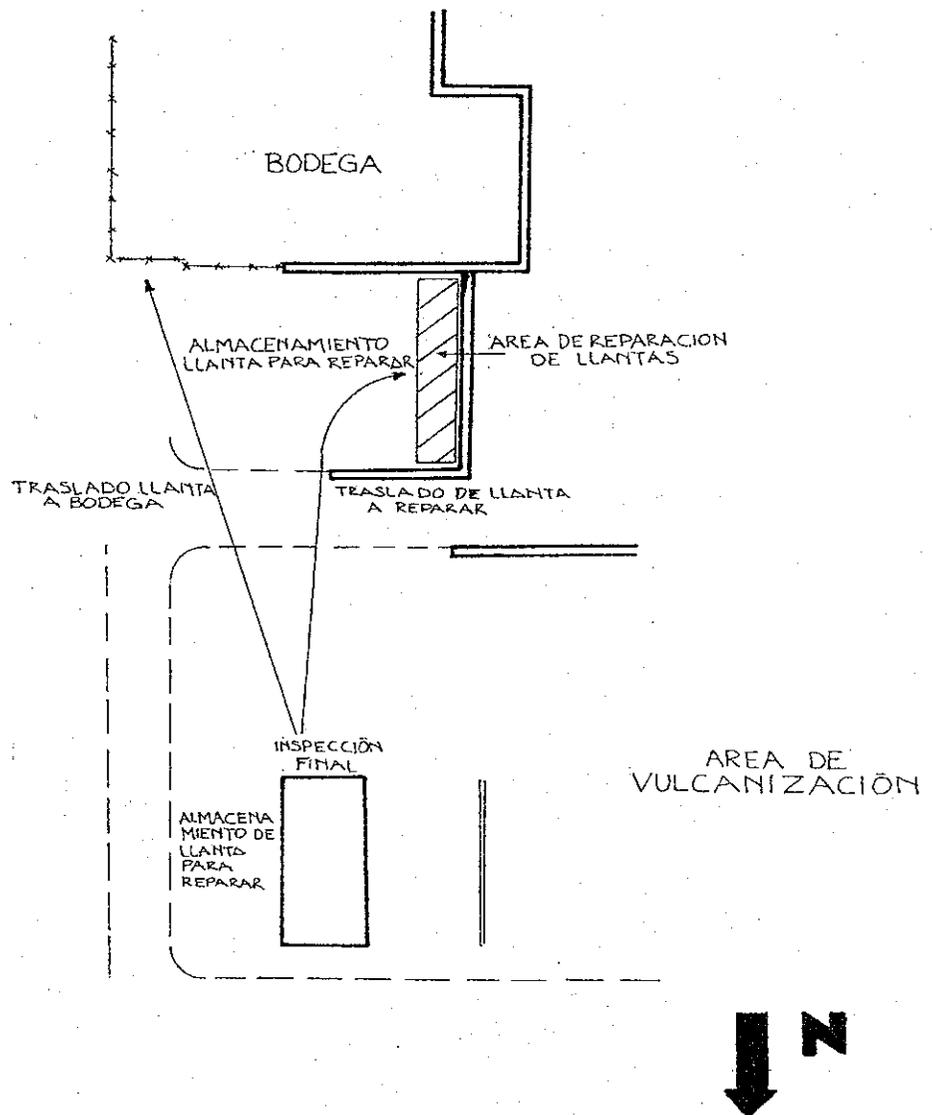
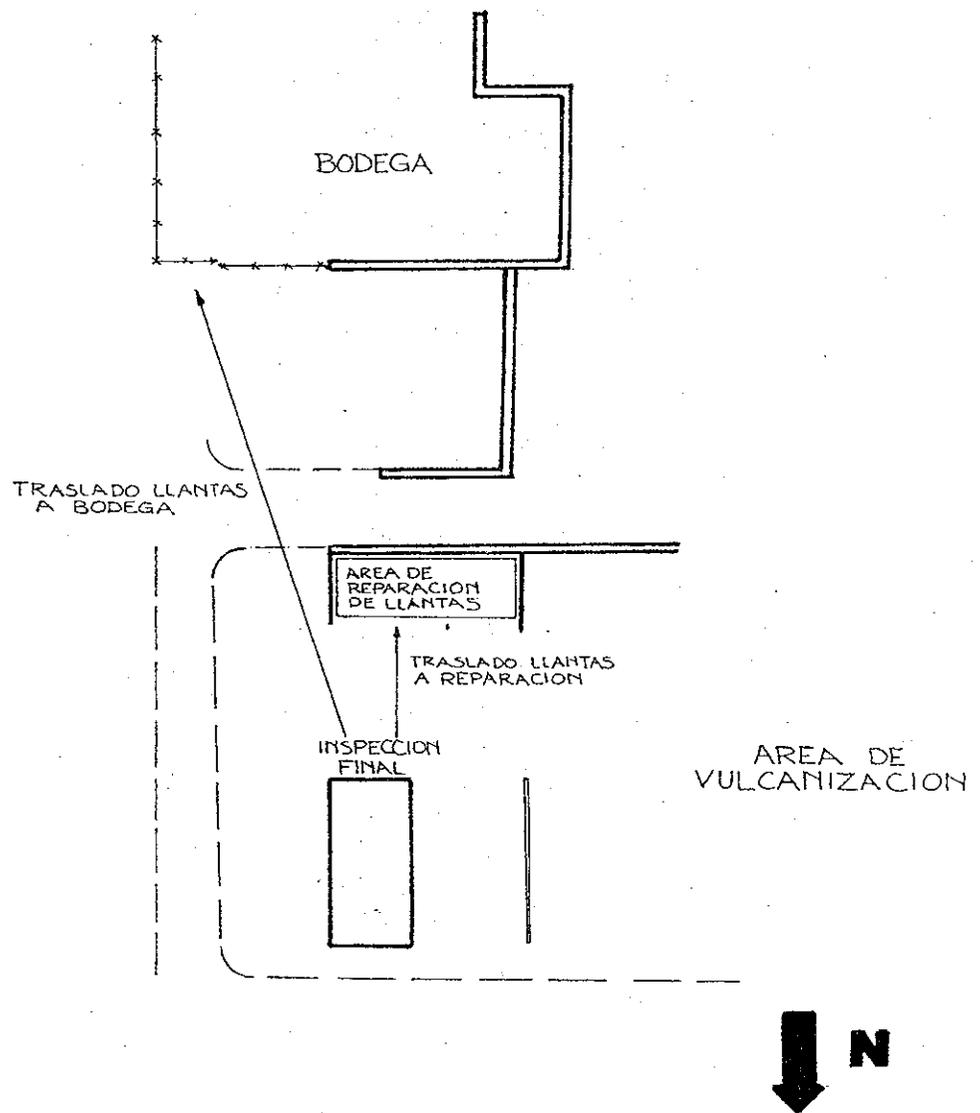


Figura 22. Área de reparación de llantas

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE REPARACIÓN DE LLANTA

Empresa : GINSA  
Método : Propuesto

Elaborado por : Carlos Quiroa



## 4.2 Distribución en el área de pesado de pigmentos

Actualmente, en esta área se almacenan los pigmentos en cajones de metal.

El pesado de una fórmula, se tiene que jalar los cajones hasta donde se encuentra la báscula o sino se tiene que ir a recoger el pigmento a cada cajón varias veces para obtener el peso exacto. Cada fórmula esta compuesta de diferentes pigmentos y cada vez que se pesa un pigmento es depositado en un bote plástico hasta completar la fórmula.

Hay fórmulas que requieren cantidades muy pequeñas, pero a la vez son muy significativas para obtener la calidad del producto, sin embargo estos pigmentos se pueden adherir a las paredes de los botes plásticos, por lo que el contenido neto de estos pigmentos varía significativamente afectando la calidad del producto.

Uno de los inconvenientes que se tiene, es que se requiere llenar los cajones varias veces al día, principalmente los de mayor consumo. Ya que los pigmentos están almacenados en el primer nivel, entonces hay que subirlos al segundo nivel para que sean depositados en los respectivos cajones.

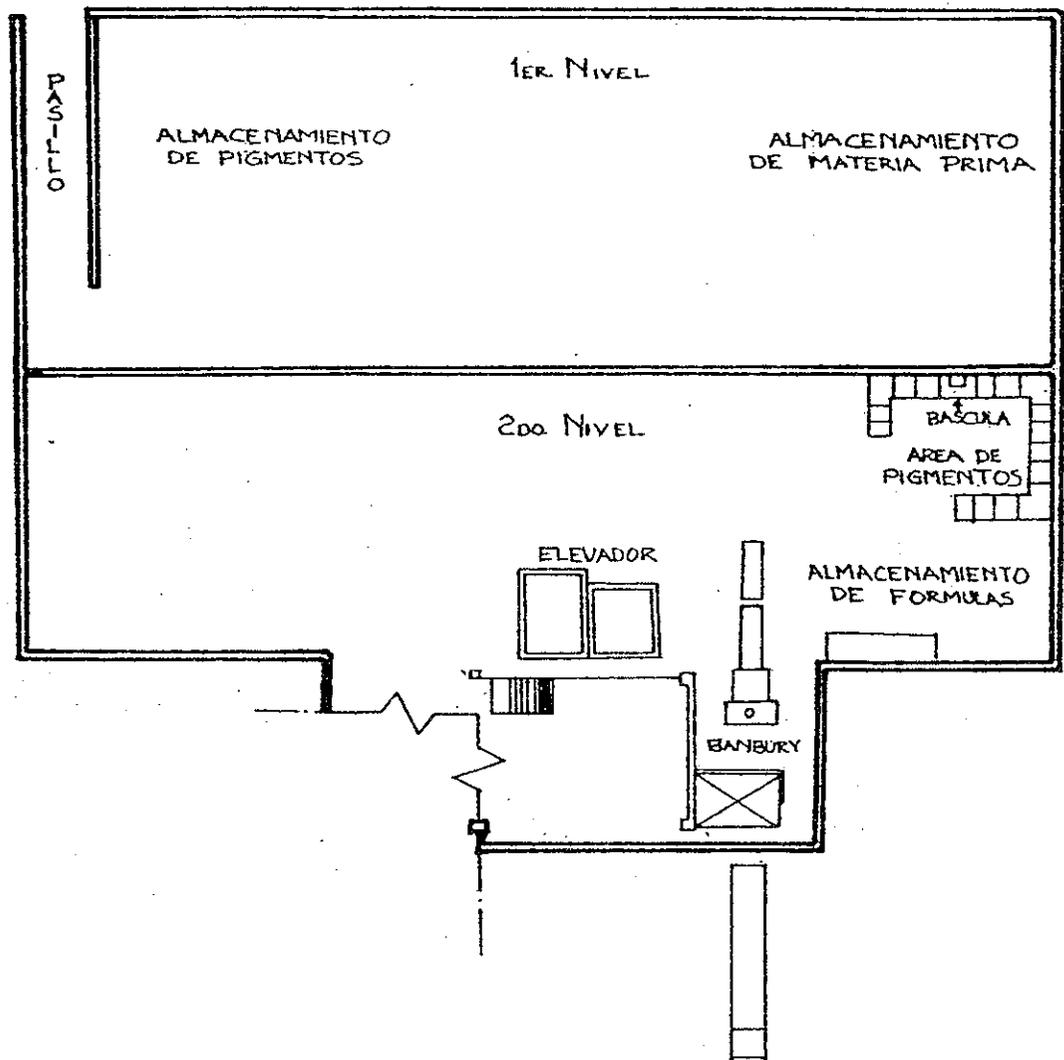
A continuación se presenta la distribución actual.

Figura 23. Área actual de pesado de pigmentos

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE PESADO DE PIGMENTOS  
BANBURY

Empresa : GINSA  
Método : Actual

Elaborado por : Carlos Quiroa



La propuesta que se presenta para mejorar el pesado de pigmentos es la siguiente:

1. Diseño de tolvas para el almacenamiento de los pigmentos de una forma ergonómica y a la vez más práctica para sustraer cada pigmento. Ya que actualmente se tienen que estar agachando para sustraer los pigmentos. Con éste diseño, las tolvas se cargaran solo una vez al día. (Ver diseño de tolva)
2. Diseño de una tarima para la colocación de las tolvas, las cuales van a estar ensambladas en las paredes de la tarima, en la que se cuenta con una área de almacenamiento de pigmentos. La colocación de los pigmentos en la tarima, se va hacer por medio del montacargas en la parte más alta de la tarima, de tal forma que para cargar las tolvas estén en una mejor posición para su fácil llenado. La parte de salida de las tolvas se encontrará a una altura media para que el pesador de pigmentos no tenga que agacharse al sustraer el pigmento y le sea práctico el llenado de las bolsas. (Ver diseño de tarima)
3. Para el almacenamiento de los pigmentos que componen las fórmulas se propone utilizar bolsas plásticas, la cual evitará que se pierda el contenido neto de los pigmentos, ya que la fórmula se vaciara con todo y bolsa, lo que vendrá a dar mejor calidad en el producto, teniendo en cuenta que el plástico se funde en el proceso de hacer el hule y no contamina.
4. Para el pesado se contará con una báscula de mayor precisión de tipo carro, la cual servirá para ir posicionandose en cada tolva que se necesita el pigmento y al final se identificará la fórmula imprimiendo con una impresora para plástico.

Para todo esto es necesario modificar el área de pesado de pigmentos como se muestra en la distribución propuesta.

Ventajas :

- Con el uso de bolsas de plástico no se pierde el contenido neto.
- No se perderá tiempo en estar llenando las tolvas, como se hace actualmente con los cajones.
- Mejor calidad en el producto.
- No subir los pigmentos al 2do. nivel.

Desventajas:

- Tener que subir las bolsas al 2do. nivel para que sean procesadas las fórmulas.

Figura 24. Área propuesta de pesado de pigmentos

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE PESADO DE PIGMENTOS  
BANBURY

Empresa : GINSA  
Método : Propuesto

Elaborado por : Carlos Quiroa

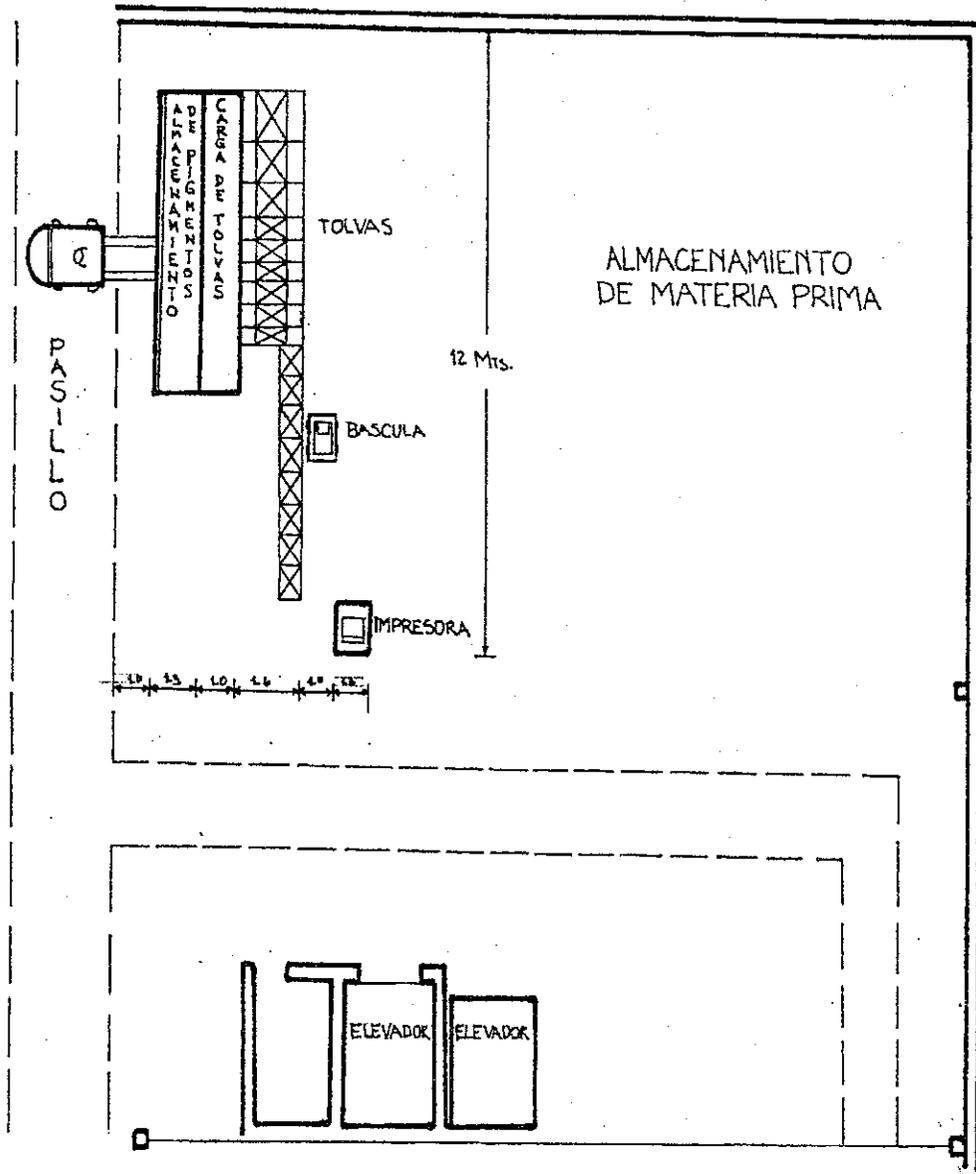


Figura 25. Diseño de tolva

Diseño de tolva para el almacenamiento de pigmentos.

Empresa: GINSA

Elaborado por: Carlos Quiroa

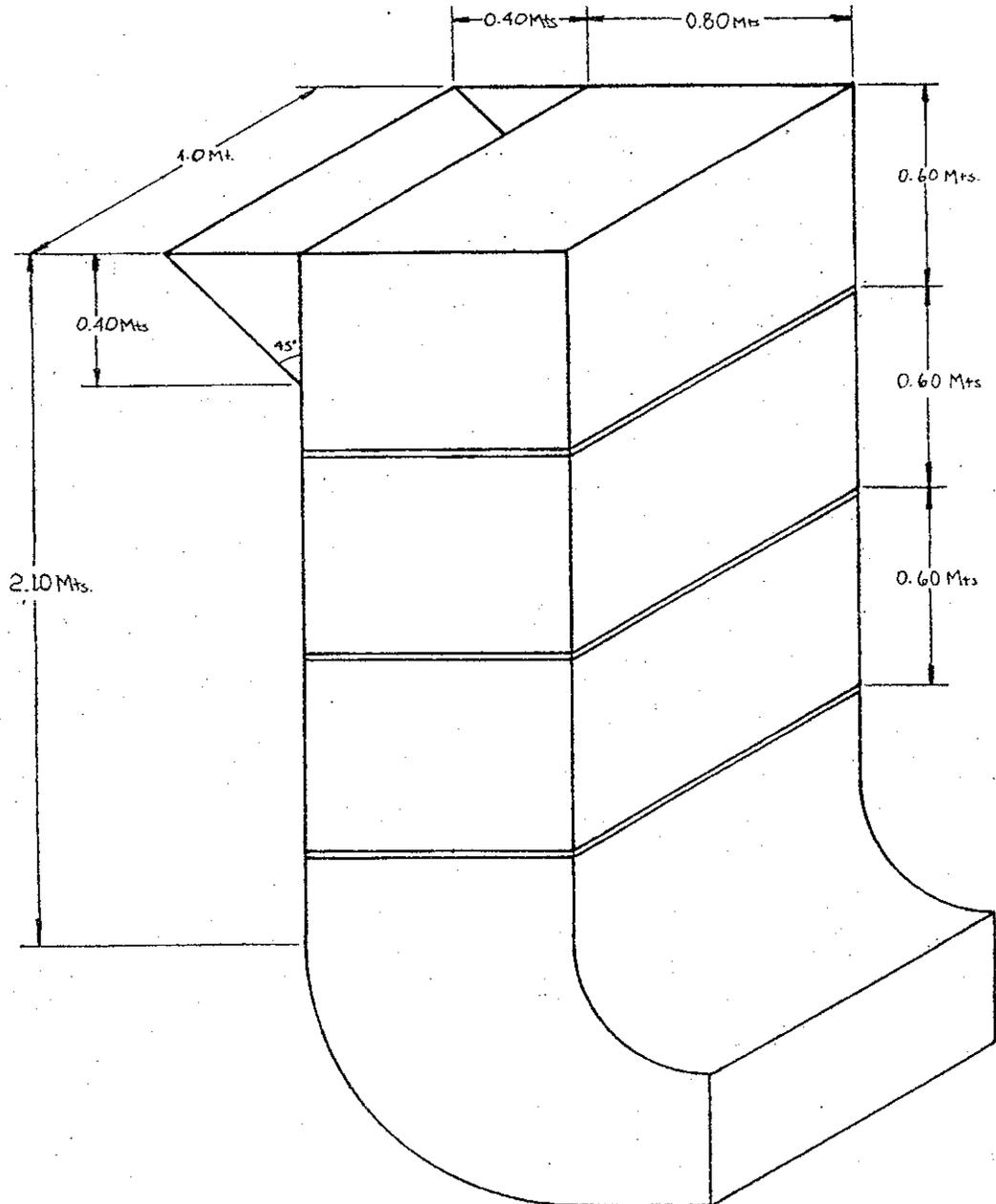
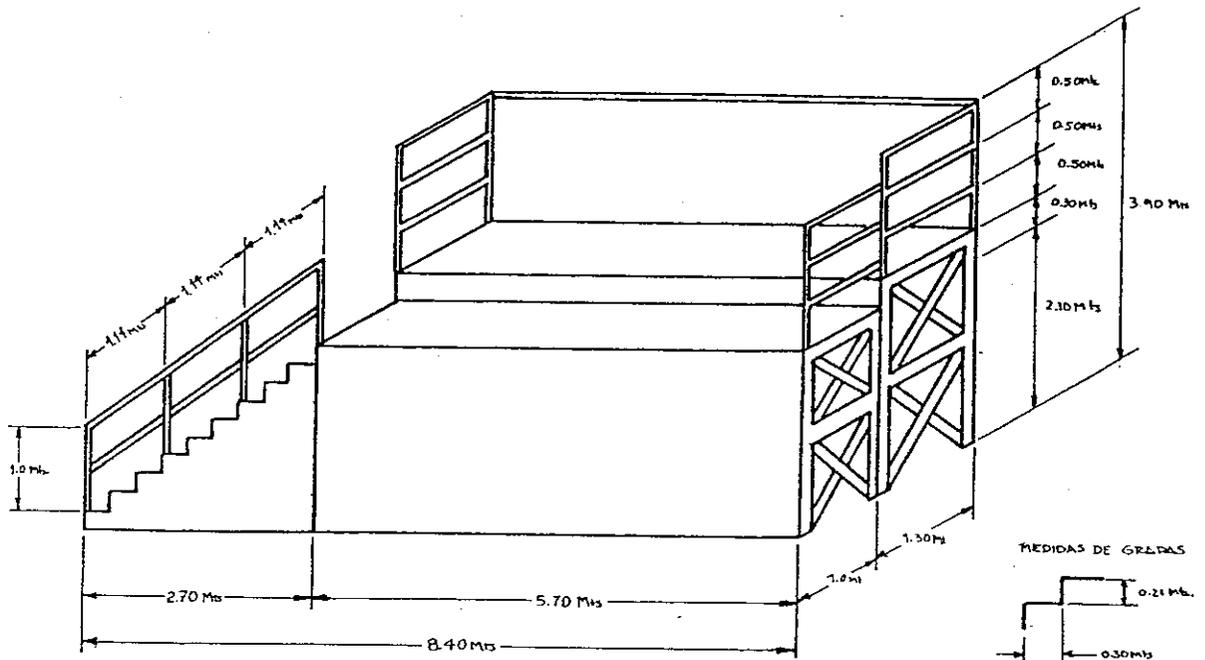


Figura. 26. Diseño de tarima

Diseño de tarima para la colocación de tolvas y almacenamiento de pigmentos.

Empresa: GINSA

Elaborado por: Carlos Quiroa



### 4.3 Distribución en el área de cushion mill

Cushon mill es una maquinaria que se encuentra a un nivel inferior, en relación al nivel del suelo del área de producción y sirve para colocar cojín en la parte inferior del rodamiento, él cual sirve para dar mayor adhesión al ser ensamblado en la construcción de la llanta. El rodamiento es extruído en la tubera "A" y el hule que sirve para el cojín y para alimentar el cushion mill es extruído en la extrusora pequeña o tubera "B", tal como se muestra en el diagrama de recorrido actual.

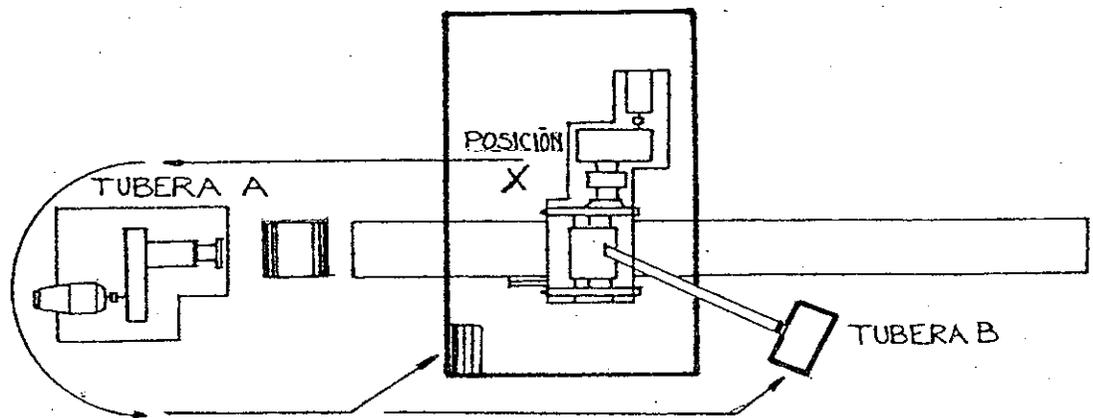
Actualmente el operador alimenta de hule a la extrusora "B", luego de tener listo el hule en el Cushon, realiza el empalme del cojín con el rodamiento, después regresa a la posición X (ver diagrama de recorrido actual) para verificar que todo este marchando bien; sin embargo, algunas veces el hule que esta siendo alimentado por la extrusora "B" se revienta, o el cojín que está siendo ensamblado con el rodamiento se desprende del mismo o se rompe, entonces el operador tiene que ir a dar la vuelta por la extrusora "A" para poder accesar a cualquiera de las áreas en que se presente el problema y con el inconveniente de que las escaleras que accesan al cushion Mill están muy inclinadas y el paso de las mismas es muy pequeño. Todo ello provoca que salgan rodamientos malos y se tengan que desechar, lo cual provoca un mayor desperdicio y perdidas en el tiempo de extrusión.

Figura 27. Área actual de tubera

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE TUBERA

Empresa : GINSA  
Método : Actual

Elaborado por : Carlos Quiroa



La propuesta consiste en hacer un puente entre la extrusora "B" y la posición "X", como el diseño de unas escaleras al lado del puente, para que se tenga un mejor acceso al cushion mill. Las escaleras fueron diseñadas con mayor inclinación y sostén en la pizada (ver diseño).

Esta propuesta facilita el acceso a las dos áreas mencionadas, con lo cual se puede corregir cualquier problema de una forma más inmediata y evitar mayor desperdicio.

Las ventajas que se tiene es un mejor y más rápido acceso a las áreas, y en menor tiempo.

Figura 28. Área propuesta de tubera

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
ÁREA DE TUBERA

Empresa : GINSA  
Método : Propuesto

Elaborado por : Carlos Quiroa

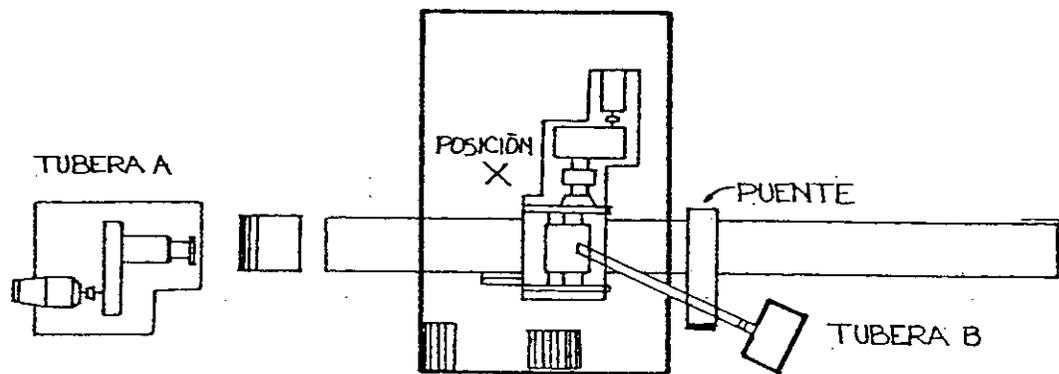
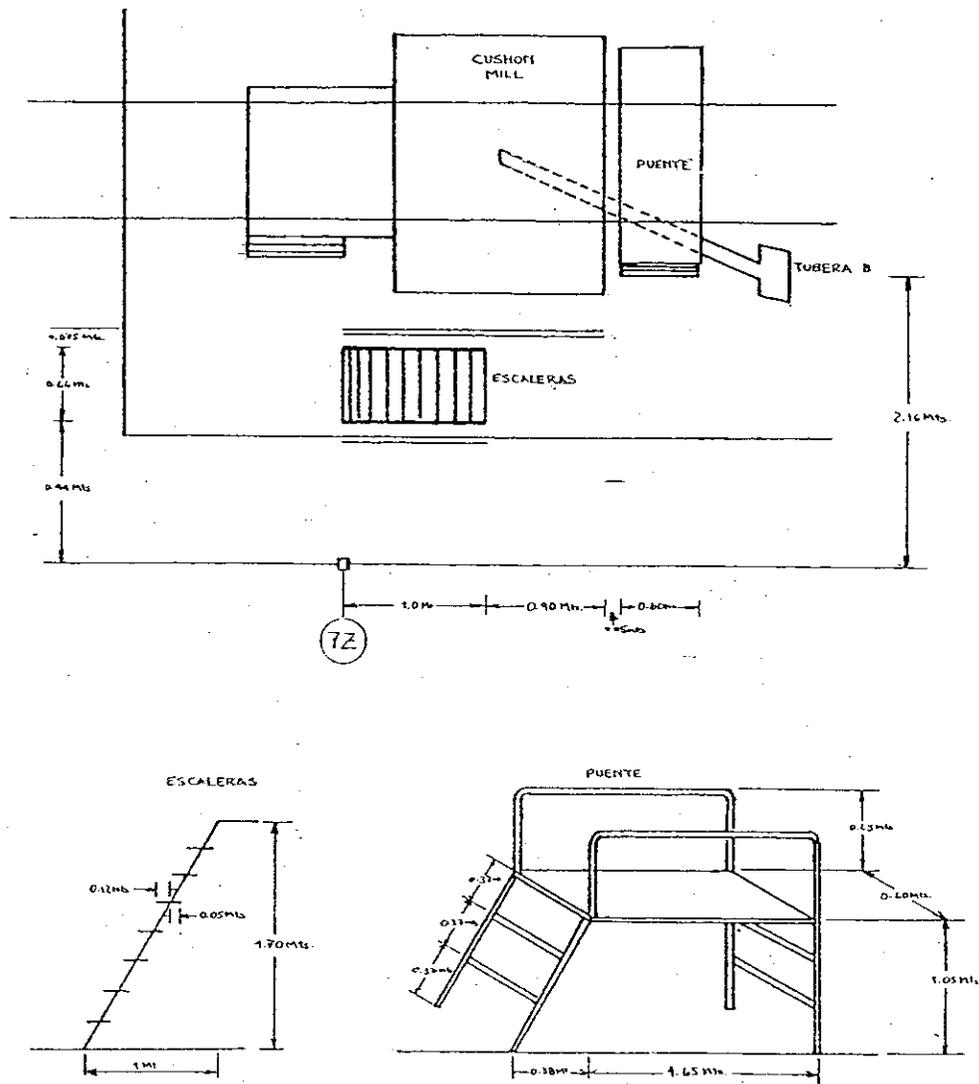


Figura 29. Vista de planta del área del cushion mill

Vista de planta del área del chushon mill, con su respectivo diseño del puente y escaleras.

Empresa: GINSA

Elaborado por: Carlos Quiroa



#### **4.4 Distribución en el área de bodega de producto terminado intermedio**

Se le llama bodega de producto terminado intermedio, ya que las llantas luego de ser inspeccionadas son trasladadas a esta bodega, la cual sirve para almacenar la producción del día; luego a una hora ya establecida son vaciadas para llevar el producto a la bodega de producto final.

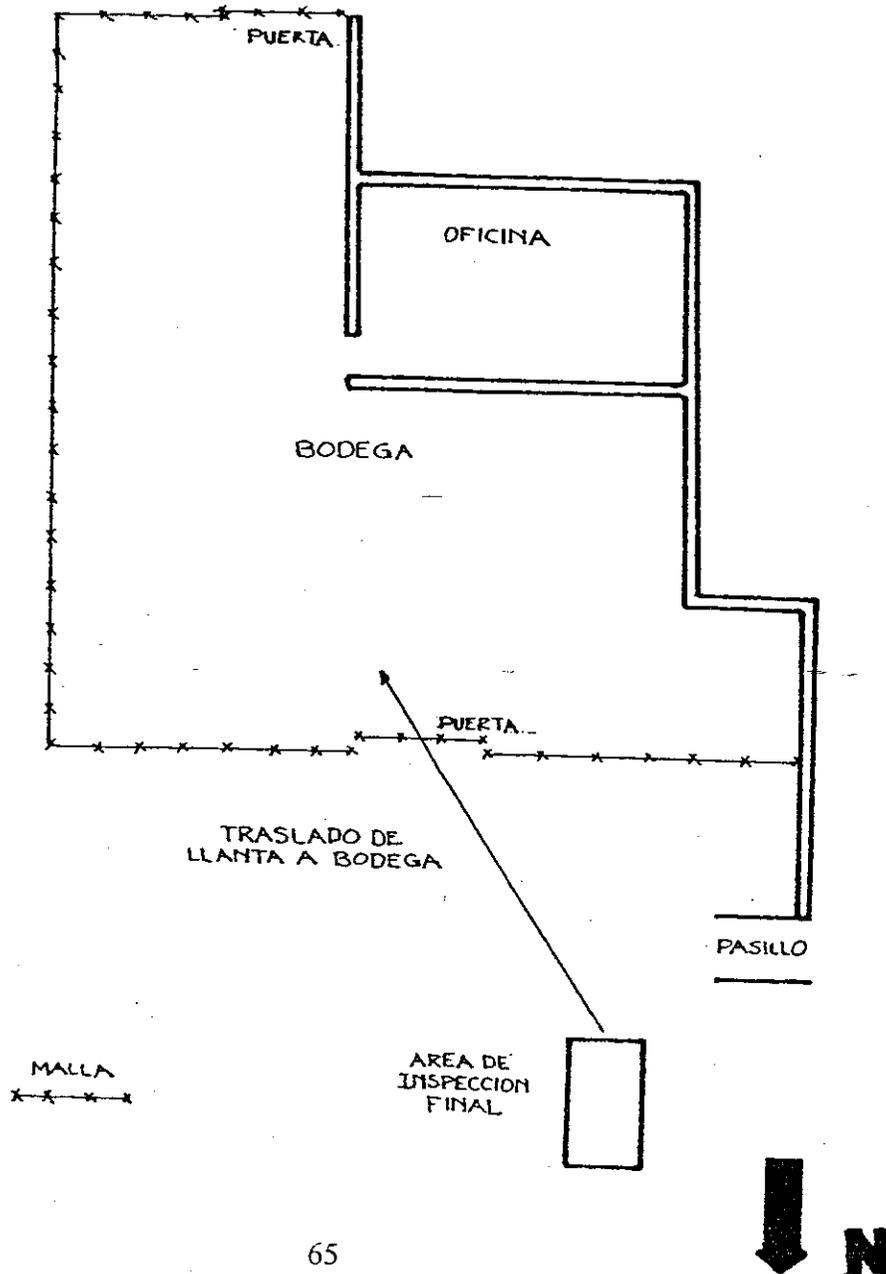
Actualmente, existe una sola bodega como se muestra en el diagrama de recorrido. Para desocuparla se toman de tres a tres horas y media, por lo que en este tiempo se acumula la llanta ya inspeccionada en la puerta de la bodega como en el área de inspección, provocando que los trabajadores de inspección final se atrasen en ir a apilar las llantas a la bodega, provocando el congestionamiento que se tiene del flujo del producto terminado del área de inspección final a bodega.

Figura 30. Bodega actual intermedia de producto terminado

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
BODEGA INTERMEDIA DE PRODUCTO TERMINADO  
ALMACENAMIENTO DE LLANTAS VULCANIZADAS

Empresa: GINSA  
Método: Actual

Elaborado por: Carlos Quiroa



La propuesta que se tiene para mejorar el flujo del producto es la siguiente:

Hacer dos bodegas las cuales van a permitir mayor capacidad de almacenamiento, como se muestra en el diagrama de recorrido propuesto.

Para evitar el congestionamiento se tiene que seguir un sistema para el almacenamiento y el desalojo de las llantas, el cual se propone de la siguiente manera:

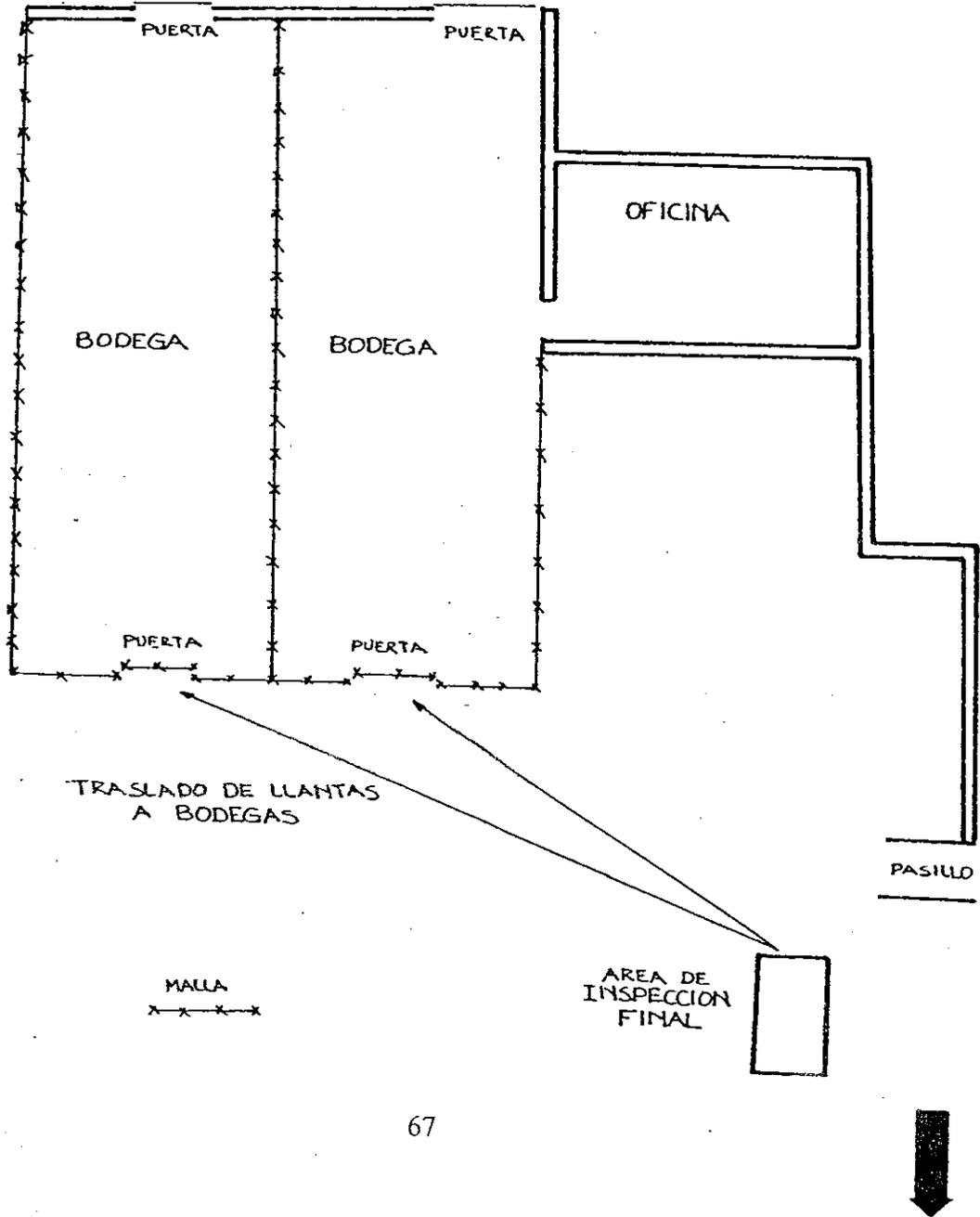
Ingresar la llanta en la bodega No. 1. Al siguiente día mientras se desocupa la bodega 1, se almacena la llanta en la bodega No. 2, y así alternativamente mientras se está desocupando una bodega se está almacenando en la otra. Manteniendo este sistema se mantiene el flujo del producto y se evita el congestionamiento.

Figura 31. Bodega propuesta intermedia de producto terminado

DIAGRAMA DE RECORRIDO  
BODEGA INTERMEDIA DE PRODUCTO TERMINADO  
ALMACENAMIENTO DE LLANTAS VULCANIZADAS

Empresa: GINSA  
Método: Propuesto

Elaborado por: Carlos Quiroa



#### 4.5 Distribución de oficinas

Actualmente, en dicha área se encuentran únicamente dos oficinas, un salón de reuniones y un pasillo; como se muestra en el diseño actual.

En esta área se requiere tener tres oficinas y un salón de reuniones. Para ello se presenta el método propuesto con el que se tiene la ventaja que va a tener mejor iluminación natural por el tipo de ventanas que se diseñaron al frente, como también el área de archivos y la sala de espera.

Figura 32. Diseño de oficinas actual

### DISEÑO DE OFICINAS

Empresa: GINSA  
Método: Actual

Elaborado por: Carlos Quiroa

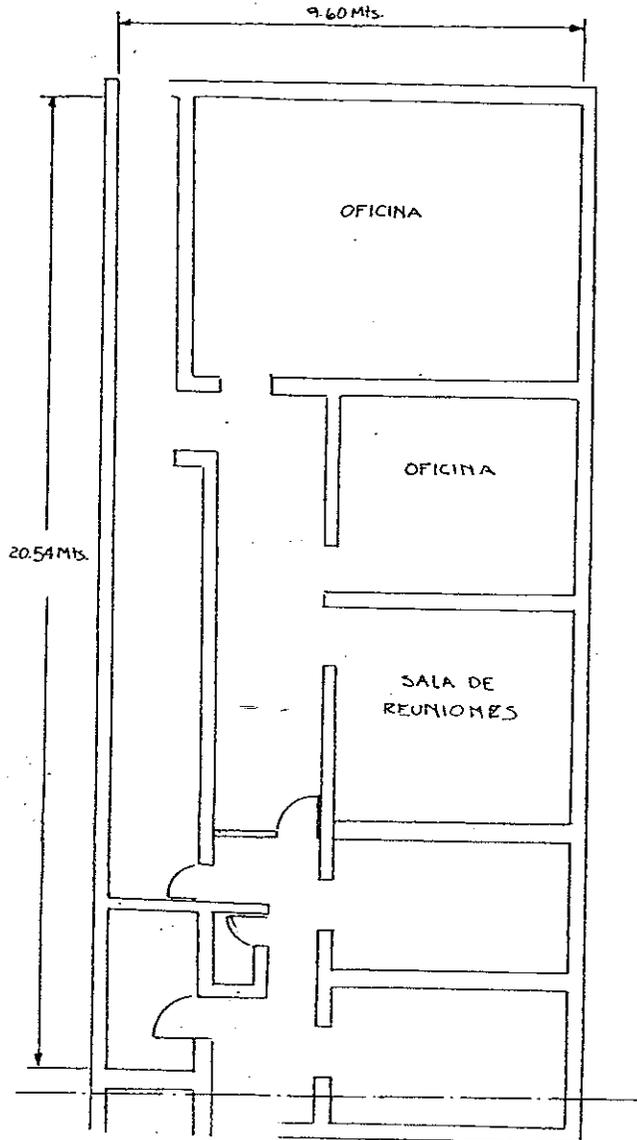
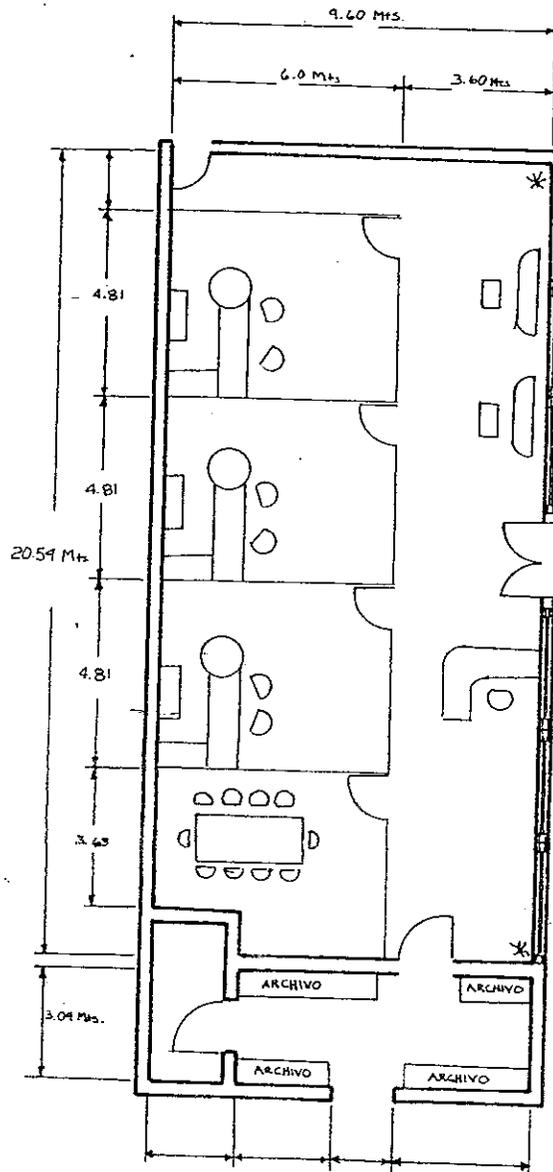


Figura 33. Diseño de oficinas propuesto

### DISEÑO DE OFICINAS

Empresa: GINSA  
Método: Propuesto

Elaborado por: Carlos Quiroa



## 5. UTILIZACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE PESTAÑAS Y VULCANIZACIÓN DE LLANTA DE CAMIÓN Y RADIAL

La única forma para que una empresa o negocio se mantenga en un crecimiento constante, es aumentando su productividad. Es decir, mediante el aumento de producción por hora de trabajo.

Uno de los instrumentos fundamentales que origina una mayor productividad es la utilización del estudio de tiempos. Éste consiste en asignar tiempos para establecer normas justas de trabajo y así reducir el costo por unidad.

Los estándares de tiempo nos permiten medir la actuación de cualquier área de producción, cuantas personas requerimos para un puesto de trabajo, su capacidad instalada, etc.

Todo cálculo que se deriva del tiempo estándar, nos sirve para establecer una serie de parámetros que nos permiten ver el comportamiento de una planta o trabajo.

Los beneficios de llevar todos estos cálculos, es para aumentar el número de unidades en menor tiempo, llevando a un menor costo por unidad, a lo que conlleva a una mayor productividad.

## 5.1 Cálculo de Eficiencias

Para el cálculo de eficiencias para el área de producción de la planta se efectúa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Ef = \frac{\text{No. de unidades producidas} * Tsp}{Tj - Tc - Tref. - Tp} * 100\%$$

Donde:

Ef = Eficiencia

Tsp = Tiempo estándar permitido de la operación

Tj = Tiempo de jornada = 480 minutos

Tc = Tiempo de comida = 30 minutos

Tref = Tiempo de refacción = 10 minutos

Tp = Tiempo perdido (este puede ser por varios factores que se presenten en las operaciones).

Para obtener la eficiencia del área de relleno y bandera se debe llenar el formato de pestañas F-P (ver figura 34), el cual proporciona los datos necesarios para realizar los cálculos:

Ejemplo:

Relleno de camión = 800

Relleno radial = 600

Tiempo perdido por falla mecánica = 30 minutos

$$Ef = \frac{(1200 * .202) + (400 * .347)}{(480 - 30 - 10 - 30)} = \frac{381}{410} = Ef = 93\%$$

Figura 34. Formato de pestañas F-P

**PESTAÑAS  
F - P**

OPERADOR \_\_\_\_\_  
 TURNO 1 \_\_\_\_\_  
 TURNO 2 \_\_\_\_\_  
 TURNO 3 \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

COLOCAR RELLENO RADIAL	CANTIDAD			TIEMPOS PERDIDOS		
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3
RIM 12						
RIM 13						
RIM 14						
RIM 15						
COLOCAR RELLENO DE CAMION						
RIM 20						
RIM 22						
RIM 22.5						
COLOCAR BANDERA						
RIM 20						
RIM 22						
RIM 22.5						

TIPOS DE DEFECTOS: A = ELECTRICO  
 B = MECANICO

C = FALTA DE MATERIAL  
 D = OTROS

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

De igual manera para el cálculo de la eficiencia en el área de vulcanización se debe llenar el formato de vulcanización F-V (ver figura 35), el cual nos proporciona los datos requeridos.

Se hace énfasis que el tiempo de comida y refacción no son tomados en cuenta, ya que hay otra persona que lo releve en dichos tiempos.



### EJEMPLO

No. de Cargas = 10

Tiempo perdido = 35

$$E_f = \frac{10 * 42.34}{480 - 35} = \frac{423.4}{445.0} * 100\% = 95.15 \%$$

Para la eficiencia de una línea de cuatro prensas se debe de obtener la eficiencia por prensa y luego promediar las cuatro.

### 5.2 Número de personas requeridas según el pedido de producción

El pedido de producción de llantas de camión y radial son las siguientes:

420 llantas de camión por día

760 llantas radiales por día

Tomando como base las llantas tipo de camión (rim 20) y radial (rim 13) y una producción al 100% tenemos:

Las llantas de camión llevan 4 pestañas

420 llantas \* 4 pestañas = 1680 pestañas

Las llantas radiales llevan 2 pestañas

$$760 \text{ llantas} * 2 \text{ pestañas} = 1520 \text{ pestañas}$$

Cálculo del número de personas requeridas:

Personas Requeridas	=	$\frac{\text{No. pestañas requeridas}}{\text{No. pestañas por turno}^1}$	
Para colocar relleno de camión	=	$1,680 / 2,178$	= 0.77 PERSONAS
Para colocar relleno radial	=	$1,520 / 1,267$	= 1.20 PERSONAS
La suma de colocar relleno de camión y radial es equivalente a			<hr/> 2.0 PERSONAS

Para el área de bandera tenemos:

$$\text{Colocar bandera} = 1,680 / 1,242 = 1.4 \text{ PERSONAS de camión}$$

Equivalente a 2 personas

Para las personas requeridas en la línea de vulcanización de camión y radial se realizó un diagrama de hombre máquina, con este diagrama se determinó que cada línea de vulcanización se cuenta con tiempo disponible, obteniendo así el resultado que es suficiente una persona para atender las cuatro prensas de la línea.

<sup>1</sup> No. de pestañas por turno = No. pestañas por personas

### 5.3 Capacidad de planta instalada

La capacidad de planta instalada esta de acuerdo a los tiempos estándares establecidos.

Está se determina de la disponibilidad de tiempo durante el día dividido el tiempo estándar permitido.

EJEMPLO:

Tiempo disponible / tiempo estándar permitido

Pestañas con relleno de camión:

$$1,440 \text{ minutos} / 0.202 = 6,930 \text{ aros/día}$$

Pestañas con relleno radial:

$$1,440 / 0.347 = 4,149 \text{ aros / día}$$

Pestañas con bandera :

$$1,440 / 0.354 = 4,067 \text{ aros / día}$$

Para la operación de carga y descarga en el departamento de vulcanización en la línea de camión es la siguiente:

La capacidad de cura va a depender del tiempo de cura que tenga la llanta, ya que esta varía de acuerdo al tipo de llanta.

Por ejemplo:

$$\begin{array}{l} \text{Tsp de carga} \\ \text{Prensa Nrm} \end{array} = 5.34$$

$$\text{Tiempo de cura} = 37.00$$

$$\text{Tiempo total} = \underline{42.34}$$

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad de cura} \\ \text{Para la prensa Nrm} \end{array} = 480 \quad \text{minutos disponibles}$$

$$\underline{42.34} \quad \text{tiempo total}$$

$$= 11.00 \quad \text{cargas por prensa.}$$

Capacidad de cura para las línea de prensas Nrm son:

$$11 \text{ carga} * 4 \text{ prensas} * 2 \text{ llantas / prensa} = 88 \text{ llantas}$$

Para vulcanización de la Línea Radial es:

Por ejemplo:

$$\text{Tsp de carga} = 2.20$$

$$\text{Tiempo de cura} = 11.00$$

$$\text{Tiempo total} = 13.20$$

$$\text{Capacidad de cura} = \frac{480 \text{ minutos disponibles}}{13.2 \text{ tiempo total}}$$

$$= 36 \text{ cargas por prensa}$$

Capacidad de cura para cuatro prensas son:

$$36 \text{ carga} * 4 \text{ prensas} * 2 \text{ llantas / prensa} = 288 \text{ llantas}$$

#### **5.4 Estrategias utilizadas para incrementar las eficiencias**

Las estrategias sugeridas a utilizar para garantizar el cumplimiento de las eficiencias son las siguientes:

##### **ACCIONES POR REALIZAR**

- Establecer el límite menor de eficiencia.
- Generar reporte diario en el cual muestre el comportamiento de las eficiencias por operador, en forma diaria, semanal y acumulado durante el mes en curso.
- Informar a todos los operadores el comportamiento de su eficiencia.
- Evaluar las eficiencias en forma semanal.
- Establecer un período de validación del control de las acciones correctivas.

##### **ACCIONES CORRECTIVAS**

- Reconocer verbalmente a los operadores que estén arriba del límite de eficiencia establecido.
- A eficiencias menores del límite menor establecido se deben tomar las siguientes acciones:

Tabla V. Estrategias utilizadas para incrementar eficiencias

SEMANA	ACCIÓN
Primera	Carta de recordatorio de atender el límite menor De eficiencia, la cual no constituye amonestación alguna.
Segunda	Amonestación verbal.
Tercera	Primera amonestación por escrito.
Cuarta	Segunda amonestación por escrito.
Quinta	Suspensión de 1 día sin goce de salario.
Sexta	Suspensión de 3 días sin goce de salario.

## 6. MONITOREO DE CONTAMINANTES

### 6.1 Guía para el monitoreo de contaminantes en forma de partículas

Esta guía define una estrategia para un trabajador expuesto a los agentes ambientales, la cual provee criterio para una exposición en aire contaminado. Reconociendo entre lo aceptable e inaceptable expuesto, tomando las medidas necesarias y para llevar control de todo lo expuesto no aceptado.

El instrumento más utilizado para medir la concentración de los contaminantes en forma de partículas son las bombas con casete, dichas bombas aspiran el aire contaminado por un tubo conectado a dicho cassette, el cual va recogiendo las partículas.

Los muestreos deben realizarse durante todo el tiempo en que el trabajador está expuesto al contaminante, mientras el mismo realiza sus tareas habituales y repitiendo la operación varias veces para confirmar los resultados, así luego compararlos con los valores límites de exposición. Se utiliza el empleo de herramientas estadísticas como una base para recomendaciones para controles y programas de monitoreo.

- **Tipos de contaminantes**

Aereosoles: son partículas muy pequeñas que permanecen suspendidas o dispersas en el aire por períodos significativos de tiempo, las cuales incluye:

Polvos: están formados de sólidos inorgánicos o materiales orgánicos reducidos en tamaño por procesos mecánicos tales como afilado, triturado, detonado, perforados o pulverizado.

Vapor: son pequeñas, partículas sólidas formadas por la condensación de vapores de materiales sólidos.

Humo: son productos de combustión incompleta de materiales orgánicos y son caracterizados por densidad óptica.

- **Definiciones**

Valor límite: este valor se refiere al límite de exposición que un operario puede estar sujeto al contaminante.

Para ello existen algunas guías, entre las más utilizadas son las llamadas Treshold Limit Values (Valores del Umbral Límite), o también conocidas como TLV, las cuales son publicadas por la ACGIH (American Conference of Govermental Industrial Hygienist) en ellas se muestran los niveles a los cuales son permitidas las exposiciones.

Estas concentraciones están basadas en estudios epidemiológicos, en la experiencia y la conciencia, por lo que se entiende que son guías.

**TLV (Valor del Umbral Límite)**

Se refiere a la concentración de una sustancia que esté expuesta continuamente a todos los trabajadores, día tras día, sin efectos adversos.

**TLV-TWA (Valor del Umbral Límite-Media ponderada en el tiempo).**

Se refiere a la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas, y una semana de 40 horas, a la que pueden estar expuestos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.

**PEL (Límite Permisible de Exposición)**

El tiempo medio expuesto de un trabajador demuestra valuablemente alguna regularidad substancial que no podría exceder los valores listados en base a la Tabla VI, en algún trabajo de 8 horas, y un trabajo de 40 horas a la semana.

Tabla VI. Guía de contaminantes

AGENTE QUÍMICO	TLV/PEL	MEDIO DE MUESTREO
Polvo Respirable	5.0 mg/M <sup>3</sup>	5u PVC filtro con ciclone; 1.65 - 1.75 LPM
Vapor de hule respirable	0.75 mg/M <sup>3</sup>	5u PVC filtro con ciclone; 1.65 - 1.75 LPM

Nota: Para el propósito de este trabajo de tesis, en la guía solo se enumeraron dos tipos de contaminantes; sin embargo, existen más de ellos que se encuentran en la guía que publica cada año la ACIGH.

### **Unidad de medida**

Las medidas de concentración de partículas están denotados por el peso de la partícula de la materia recolectada (en miligramos) por volumen de aire muestreado (metros cúbicos) es decir,  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

### **Metodología para la medición de concentraciones y para el monitoreo de los contaminantes**

Es fundamental conocer la concentración real del contaminante en el puesto de trabajo, para luego compararla con los límites proporcionados por la guía, y así poder determinar si es necesario proteger al trabajador o no.

#### **Paso 1.**

Para iniciar el monitoreo de contaminantes se debe establecer el número de muestras que se deben recolectar para establecer el 95% de nivel de seguridad.

De acuerdo a la tabla VII, se deben recolectar el número de muestras.

Agentes ambientales. (Químicos)

Tabla VII. Número de muestras

Tamaño de Grupo (N): personas	7-8	9-11	12-14	15-18	19-26	27-43	44-50	51-∞
No. de muestras (n)	6	7	8	9	10	11	12	14

- Número mínimo de muestra:  $n=6$

**Como muestrear:**

- Después de haber determinado el número apropiado de muestras a monitorear se selecciona a los trabajadores aleatoriamente.
- Se distribuye el número requerido de muestras dentro de una posición significativa del año para tomar en cuenta la variabilidad por condiciones estacionales, condiciones de ventilación, etc.

**Paso 2.**

Para recolectar las muestras de aire para partículas de polvo respirable es necesario contar con el equipo siguiente:

- a. Bomba de muestreo de alto flujo de aire personal (1.7 lpm +/- 0.2 lpm) y su cargador.

- b. Casete de dos piezas para filtro.  
(medio de muestreo).
- c. Ciclón de 10mm de nylon
- d. Cronómetro
- e. Bureta de 1,000 ml
- f. Un recipiente o beacker con solución jabonosa (jabón en agua).
- g. Un tubo para conectar el medio de muestreo a la bureta.

**Utilización de la bomba de aire:**

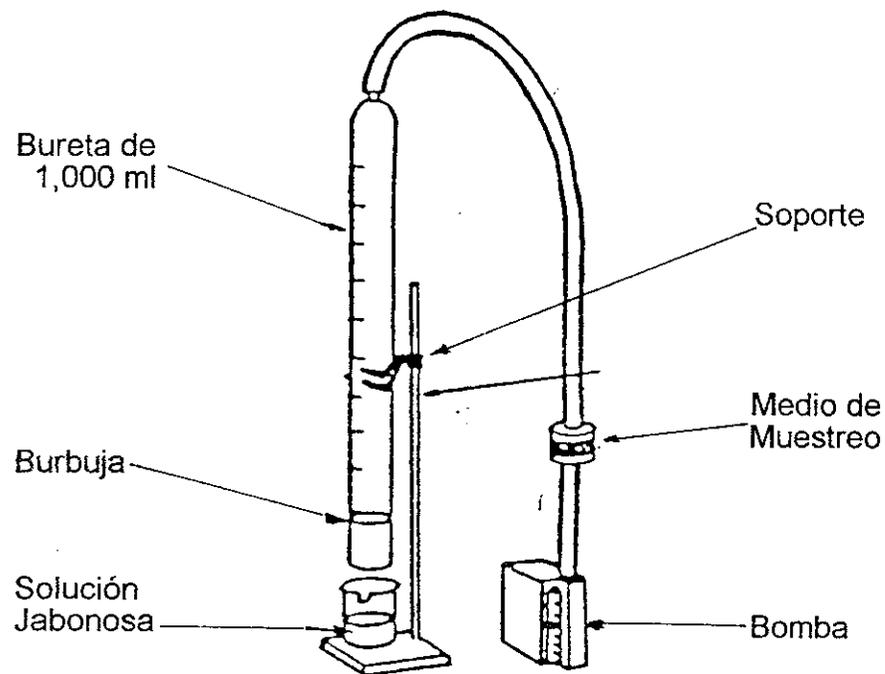
- Cargar las baterías de la bomba en un lapso de 14 a 16 hrs. Previo a la calibración y uso de la bomba.
- Calibrar la bomba de aire a 1.7 lpm +/- 0.2 lpm con el filtro de medición, usando un medidor de burbuja.

**Procedimiento para calibrar la bomba de aire de alto flujo:**

- a. Dejar que la bomba trabaje por 2-3 minutos antes de la calibración
- b. Ensamblar la bomba, el medio de recolección (casete) y el equipo de calibración como se muestra en la Figura 36.
- c. Mojar la parte interior de la bureta humedeciendo con agua jabonosa.
- d. Revisar los sellos de todas las conexiones.
- f. Encender la bomba.

- g. Levantar el beacker que contiene la solución jabonosa y momentáneamente sumerja la abertura de la bureta con el fin que atrape una burbuja delgada de jabón.
- h. Dejar que varias burbujas suban por la bureta hasta que completen su recorrido.
- i. Capturar una sola burbuja y el tiempo de ascenso desde 0 a 500ml. Si el tiempo de ascenso cae en el rango de tiempo aceptable ( $\pm 5\%$ ), el cual debe de estar dentro cae en el rango de tiempo aceptable ( $\pm 5\%$ ), el cual debe de estar dentro de la tabla VII, se continua con el siguiente paso, sino se debe ajustar el control de flujo y se repite.

Figura 36. Calibración de bomba



Fuente: Manual de higiene industrial GINSA - Goodyear Guatemala

Tabla VIII. Tipo de contaminante

Tipo de Contaminante	Dispositivo de muestreo	Flujo recomendado	Tiempo ascenso Aceptable
Partículas Respirables	Filtro-casete de 2 piezas y ciclón de 10mm.	1.7 LPM	16.8 - 18.6 seg.

- j. Una vez que el flujo este dentro de un rango de tiempo aceptable. repetir la medición del ascenso de la burbuja desde 0 a 500 ml. 3 veces, sin hacer cambios en el control de ajuste de la bomba. Utilizar el formato de calibración de bomba (ver figura 37, formato 1) de calibración y calcular el rango de flujo promedio y registrarlo.

NOTA:

Las bombas deben ser calibradas antes y después del muestreo. La pre-calibración es necesaria para fijar el flujo en el valor deseado. La post-calibración es importante para asegurarse que el flujo se mantuvo constante (+/- 5%) durante el período de muestreo.

Figura 37. Formato de calibración de bomba

**CALIBRACIÓN BOMBA DE ALTO FLUJO  
MEDIO DE CALIBRACIÓN CASETE DE DOS PIEZAS**

FECHA: _____																						
PRE-CALIBRACIÓN	POST-CALIBRACIÓN																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3															
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Litros seg. transc. $lpm = (A * 60) / B$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;"> </td> </tr> <tr> <td>B</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>C</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	A							B							C						
A																						
B																						
C																						
Flujo promedio (lpm)	Pre _____ Post _____																					

FECHA: _____																						
PRE-CALIBRACIÓN	POST-CALIBRACIÓN																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3															
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Litros seg. transc. $lpm = (A * 60) / B$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;"> </td> </tr> <tr> <td>B</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>C</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	A							B							C						
A																						
B																						
C																						
Flujo promedio (lpm)	Pre _____ Post _____																					

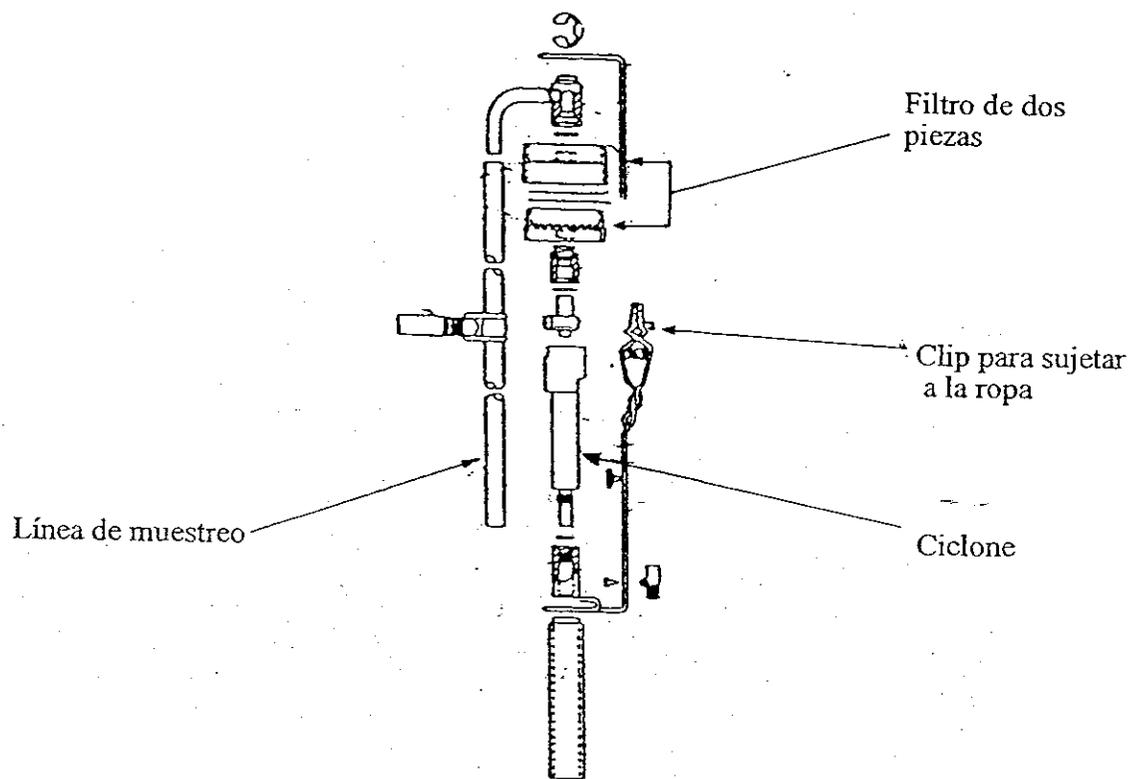
  

FECHA: _____																						
PRE-CALIBRACIÓN	POST-CALIBRACIÓN																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Prueba 1</td> <td style="width: 33%;">Prueba 2</td> <td style="width: 33%;">Prueba 3</td> </tr> </table>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3															
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3																				
Litros seg. transc. $lpm = (A * 60) / B$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;"> </td> </tr> <tr> <td>B</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>C</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	A							B							C						
A																						
B																						
C																						
Flujo promedio (lpm)	Pre _____ Post _____																					

Paso 3.

Ensamblar correctamente el filtro de dos piezas, el cassette, el acople y la cabeza de medición como se muestra en la figura 38. La cabeza de medición sujeta rígidamente al ciclón y al filtro. Conectar la salida de la cabeza de medición a la bomba con la manguera.

Figura 38. Aparato de monitoreo de contaminantes



Fuente: Manual de higiene industrial GINSA - Goodyear Guatemala

Paso 4.

Colocar el ciclón-casete en la solapa o cuello de la camisa del operador y la bomba en el cinturón. Asegurarse que el ciclón cuelgue verticalmente. Explicar al trabajador que el ciclón no debe ser invertido.

Sujetar la manguera a la ropa del trabajador en un lugar que no estorbe sus movimientos.

Paso 5.

Encender la bomba y empezar a recolectar las muestras.

Paso 6.

Revisar el equipo de muestreo periódicamente para asegurarse que el rango del flujo permanezca constante.

Desconectar el filtro después de muestrear. Tapar la entrada y salida del filtro con sus tapones. Etiquetar la muestra registrar los datos en el formato 2 (Ver figura 39), incluyendo el tiempo de inicio y final del muestreo. Post-calibrar la bomba y llenar la parte de post-calibración del formato uno.

Paso 7.

Después del muestreo se toma el peso del filtro (cassette) en la balanza y se anota en el formato 2.

Nota: el filtro (cassette) al inicio es pesado en una balanza con una certeza de 0.0004

Una vez terminado el muestreo, se determina la concentración por diferencia de pesada entre el filtro con las partículas recogidas y el filtro limpio, en proporción al caudal de aire que ha pasado por él.

Figura 39. Formato 2

**FORMATO 2**

Agente Expuesto	PEL mg/m <sup>3</sup>	Pre-pes filtro (mg)	Post-pes filtro (mg)	Diferencia (mg)	Tiempo del Muestreo (min.)	Promedio flujo bomba (lts/min)	Volumen Muestra (litros)	mg/m <sup>3</sup>
POLVO RESPIRABLE								

El agente expuesto es el agente que se va a muestrear.

PEL : es el límite permisible en que se debe encontrar el agente, el cual esta dado por la tabla 1 (guía)

El Pre y Post pesado son los datos obtenidos del filtro antes de ser el muestreo(pre) y después de haber realizado el muestreo (Post).

Volumen de muestra : se obtiene el de multiplicar el tiempo de muestreo por el promedio del flujo de la bomba.

Los mg/m<sup>3</sup> es el resultado de dividir la diferencia en mg de los filtros entre el volumen de la muestra, multiplicado por 1000 lts que tiene un m<sup>3</sup>.

Paso 8.

Luego se completa el formato 2. Se calcula el valor promedio geométrico de los datos para el número de muestras. Véase apéndice A, fórmula estadística, para cálculos de valor medio.

Luego se compara con los datos proporcionados por la tabla VI.

Con el resultado se asigna una clasificación de clase usando la tabla IX y el valor medio encontrado.

Tabla IX. Clasificación de clase

Designación de clase	Nivel medio de exposición	Frecuencia de monitoreo
I	$> \text{PEL}$	Trimestral
II	$> \frac{1}{2} \text{ PEL}$	Semestral
III	$> \frac{1}{4} \text{ PEL}$	Annual
IV	$< \frac{1}{4} \text{ PEL}$	Bianual
V ***	$\leq \frac{1}{4} \text{ PEL}$	Cada 5 años

\* Media geométrica para muestras de aire.

\*\* Si es clase 4 para 2 secuencias consecutivas (4años) reducirlo a clase V.

Si la media geométrica está dentro del rango de la asignación de clase I ó II, se deben tomar acciones correctivas para contrarrestar alguna causa que afecte la seguridad del trabajador.

Paso 9.

Luego de la determinación de la designación de clase a la que pertenece el muestreo, debemos de hacer los cálculos para la conducción del monitoreo periódico.

Monitoreo periódico:

El monitoreo conducido a intervalos prescritos (anual y trimestralmente) para afirmar que las exposiciones permanecen dentro de los límites confiables superior o inferior del 95%, como esta establecido por los datos de monitoreo de partida.

Intervalos: conducir el monitoreo futuro a intervalos prescritos por las designaciones de clase en la tabla anterior, es decir trimestral, anual etc.

Paso 10

Número de muestras a recolectar: El número de muestras  $\bar{n}$  a recolectar entre los intervalos prescritos deber ser determinado en base al siguiente algoritmo que tiene la propia empresa.

$$n = n_0 / (1 + (n_0 / N))$$

$$\text{donde } n_0 = t^2 * GSD^2 / d^2$$

n = numero de muestras a recolectar por  
intervalo de designación de clase.

N = número de muestras a recolectar por la  
línea de partida.

GSD = Desviación estándar geométrica (ver  
Anexo 1; fórmula estadística).

t = valor de t de Student para 95% confianza  
y n -1 grados (Ver anexo 2).

d = 75% de Pel o TLV - como un factor de protección.

Luego de determinar el número de muestras que se deben recolectar para el siguiente período, se deben de distribuir en de diferentes posiciones en el año.

## **6.2 Muestreo en el área del banbury**

El área del banbury está compuesto por un equipo de trabajo de siete personas las cuales ocupan los siguientes puestos: operador, ayudante de operador, pesador de pigmentos, pesador de negro de humo, molinero, estibador y el transportador.

El ejemplo lo haremos para el operador.

Para determinar el número de muestras a recolectar nos basamos en la tabla VI, la cual nos da el resultado de 6.

Luego se traza el plan de muestreo durante el año. El número de muestras se saca cada dos meses, tomando en cuenta las variaciones estacionales.

Al inicio se pesan los casetes vacíos y se registra el valor en el formato 2.

Para realizar el muestreo pre-calibramos la bomba, se toma el tiempo que dura el muestreo y luego la post-calibración de la bomba. Todos los datos son registrados en el formato 1.

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de la pre-calibración y post-calibración de la bomba y el tiempo que duro el muestreo.

Tabla X. Ejemplo de calibración de bomba.

Numero de Muestras	Pre-calibración LPM	Tiempo del muestreo (en minutos)	Post-calibración LPM
1	1.72	361	1.48
2	1.76	340	1.68
3	1.76	330	1.60
4	1.75	335	1.65
5	1.72	350	1.64
6	1.76	340	1.68

En el formato 2 mostramos los resultados obtenidos:

En el formato 2 registramos los datos del pre-pesado y post-pesado del casete.

Tabla XI. Ejemplo de registro de datos

Agente Expuesto	PEL mg/m <sup>3</sup>	Pre-pes (mg)	Post-pes (mg)	Diferencia (mg)	Tiempo del Muestreo (min.)	Promedio flujo bomba (lts/min.)	Volumen Muestra (litros)	mg/m <sup>3</sup> (Xi)
polvo respirable	5.0	11.9	12	0.1	361	1.6	577.6	0.173
	5.0	12.68	12.85	0.17	340	1.718	584.12	0.291
	5.0	11.94	11.99	0.05	330	1.68	554.4	0.090
	5.0	11.93	12.1	0.17	335	1.7	569.5	0.299
	5.0	12.2	12.25	0.05	350	1.675	586.25	0.085
	5.0	11.9	12.1	0.2	360	1.72	619.2	0.323

Cálculo de valor promedio geométrico:

Tenemos que  $n = 6$

Donde

$X_i = 0.173, 0.299, 0.291, 0.291, 0.085, 0.090, 0.323.$

La sumatoria de  $(\ln X_i) = \Sigma (-1.754 -1.234 -2.407 -1.207 -2.465 -1.13)$

La sumatoria de  $(\ln X_i) = -10.197$

Ahora basándose en la fórmula del anexo 1 tenemos :

$$GM = e^{(\sum \ln X_i) / n} \quad \text{donde } e = 2.718$$

$$GM = e^{(-10.97 / 6)} \quad \text{GM} = 0.183$$

Con el valor promedio geométrico (GM) comparamos con la guía, con lo que determinamos que estamos dentro de la designación de clase IV, estando dentro de los límites de seguridad, por lo que en este caso no se toma ninguna acción correctiva, con lo que procedemos a determinar el número de muestras a recolectar para los monitoreos futuros, creando un programa de seguridad industrial para mantener los controles de seguridad necesarios.

Para el cálculo del número de muestras nos basamos en las fórmulas del anexo 1.

Primero calculamos la desviación estándar geométrica.

$$GSD = 10 \sqrt{\frac{N \sum (\text{Log } X_i)^2 - (\sum \text{Log } X_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$\text{GSD} = 10 \sqrt{\frac{6(-4.426)^2 - (-4.426)^2}{6(6-1)}}$$

$$\text{GSD} = 10 \sqrt{\frac{97.94}{30}}$$

$$\text{GSD} = 10 \sqrt{3.264} \quad \text{GSD} = 63.33$$

Para el número de muestras a recolectar en el futuro utilizamos el algoritmo del anexo 1.

El valor de t de student para el 95% y n (6) - 1 grado es = 2.571 (ver anexo 2)

d = como factor de protección es = 0.75 ( 5 ) = 3.75

$$\text{no} = t^2 * \text{GSD} / d^2$$

$$\text{no} = (2.751)^2 * (63.33)^2 / (3.75)^2$$

$$\text{no} = 1885.21$$

$$n = no / (1 + no / N)$$

$$n = 1885.21 / (1 + (1885.21 / 6))$$

$$n = 6$$

Para los siguientes monitoreos se deben de tomar seis muestras.

## CONCLUSIONES

1. En el área de vulcanización de llantas de camión se eliminaron las pausas o paradas de cierre de las prensas; con la actualización del estudio de tiempos en la operación de carga y descarga dio como resultado la disminución del tiempo estándar de 5.81 a 5.34 minutos. Con esto se incrementa el número de llantas vulcanizadas, específicamente en un código de llanta que tiene el menor tiempo de cura. Donde anteriormente se curaban 10 llantas por prensa en un turno, y ahora se alcanza a 12 llantas por prensa en un turno, lo que equivale a un aumento de 6 llantas por día en una prensa.
2. En el área de pestañas, la operación colocación de relleno para llantas de camión y radial, es realizada por una persona. Mediante el análisis de requerimientos, comparando los tiempos estándar y la demanda de producción existente, se determina la necesidad de incrementar el número de operarios a dos, ya que el estudio muestra el empleo de 0.8 del tiempo de un operario solo para relleno de camión y 1.2 para relleno radial, demostrando que dos personas realizan eficientemente el trabajo, sin retrasos en el área de construcción.

3. Al plantear propuestas de mejora de métodos en distribuciones de planta se obtuvieron los siguientes resultados:
  - Con la creación del puente en el área del cushion mill, se redujo un recorrido de 40 a 10 metros, lo cual permite un acceso más rápido hacia las áreas del cushion y tuberita.
  - En el traslado del área de reparación se redujo la distancia de 16 a 8 metros, creando así un mejor flujo y descongestionamiento del área.
  - Con la creación de otra bodega se redujo el tiempo de espera de almacenamiento de la llanta de 3.0 a 1.0 horas.
  
4. De acuerdo a la media geométrica establecida en el monitoreo del área del banbury, la cual fue de  $GM = 0.183$ , y al compararse con el valor del límite permisible de exposición del agente químico según la tabla de la ACGHI tiene un valor de  $5.0 \text{ mg/m}^3$ , se determinó que el resultado está debajo del límite y se encuentra dentro de una designación de clase IV, por lo que los trabajadores no están sobre expuestos a los contaminantes monitoreados y no es necesario tomar medidas de protección.

## RECOMENDACIONES

1. Que el departamento de ingeniería industrial actualice los estudio de tiempos estándares en el área de construcción de llanta, ya que la referida representa un cuello de botella. También puede realizarse un programa de incentivos para elevar la productividad. Por ejemplo, que le sea pagado un bono extra por cada llanta construida a partir del 90% de su tiempo de producción normal, con respecto al tiempo estándar del código de llanta.
2. Que el departamento de seguridad industrial monitoree en forma periódica, los contaminantes, para garantizar que se encuentra dentro de los límites permitidos de las tablas de la ACGHI, con lo cual se permite que las personas trabajen en un ambiente que no perjudique su salud, y además permite que sean más productivas.
3. Que el departamento de control de producción estandarice el tamaño de los rollos liner (rollos de tela), para garantizar la cantidad de material que contienen, con lo que se contribuye a que el departamento de control de producción programe los materiales de forma más exacta.

4. Que el departamento de producción repare los liner, ya que estos están cortados o rotos; así también, almacenar correctamente los rodamientos de manera que no se peguen entre ellos, evitando con ello tiempos perdidos en construcción
  
5. Que el departamento de producción implemente el uso de bolsas plásticas en el área de banbury para el almacenamiento de los pigmentos, lo cual permite que no se pierda el contenido de los pigmentos y se tenga mejor calidad en la producción del hule; adicionalmente se reduce el esfuerzo del operador (mejora ergonómica), evitando lumbagos por esfuerzos al cargar materiales pesados en posición continua.
  
6. Que el departamento de ingeniería diseñe un sistema de ventilación en el área de prensas, con lo que se disminuye el estrés por calor, y se tiene un mejor ambiente de trabajo. Además, que se implementen fajas transportadoras para el traslado de llantas, con lo cual se reducirá el esfuerzo al realizar dicha operación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Manual del ingeniero industrial.** Goodyear Akron, Guatemala:  
Goodyear, 1990.
2. **Manual de higiene y seguridad industrial.** Guatemala:  
Goodyear, 1995.
3. Mundel, Marvin E. **Estudios de tiempos y movimientos.**  
México: Editorial Continental, 1984.
4. Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial.**  
México: Editorial alfaomega, 1990.
5. Plazola Cisneros y Plazola Anguiano. **Arquitectura  
habitacional.** México: Editorial Limusa, 1977.
6. **Proceso de fabricación de neumáticos.** Guatemala:  
Goodyear, s.a.
7. Torres, Sergio. **Manual de ingeniería de Plantas.**  
Guatemala: s.a.

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Fórmulas estadísticas
ANEXO 2	Tabla de valores de t de student

## ANEXO 1

### FÓRMULA ESTADÍSTICA

#### MEDIDAS GEOMÉTRICAS

$$\text{LOG GM} = (\sum \text{LOG XI}) / n$$

$$\text{GM} = \sqrt[n]{10^{(\sum \text{LOG XI})}}$$

Donde Xi = Valor de muestra

$\sum$  = Suma de log (base 10) de valor de muestra

n = Número total de muestras

$$\text{GM} = e^{(\sum \ln \text{Xi}) / n}$$

Donde e = 2.718

Xi = Valor de muestra

Ln Xi = Adición del log natural del valor de muestra

n = Número total de muestras

#### DESVIACIÓN ESTÁNDAR GEOMÉTRICA

$$\text{GSD} = \sqrt[n]{10^{\frac{N \sum (\text{Log XI})^2 - (\sum \text{Log XI})^2}{n(n-1)}}$$

## ANEXO 2

### VALORES DE t DE STUDENT

	80%	90%	95%	98%	99%	99.73%
			↓			Z = 3
df	t <sub>.90</sub>	t <sub>.95</sub>	t <sub>.975</sub>	t <sub>.99</sub>	t <sub>.995</sub>	t <sub>.9985</sub>
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	235.80
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	19.207
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	9.219
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	6.620
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.507
6	1.440	1.943	<del>2.447</del>	3.143	3.707	4.904
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.530
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.277
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.094
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.975
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.850
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.764
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.694
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.636
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.586
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.544
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.507
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.475
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.447
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.422
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.330
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.270
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.199
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.130
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.000

\*Columns to be used in calculating corresponding two-sided confidence interval. Excerpted from "Experimental Statistics," NBS Handbook 91 [100]. Last column from B. J. Joiner, J. Research NBS.

Fuente: Manual de higiene y seguridad industrial