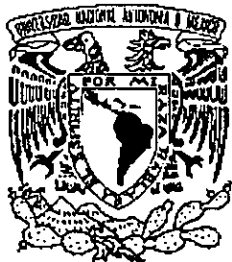


106  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"EVALUACION TECNICA EN LLANTAS PARA AUTOS DE PASAJEROS  
DE CONSTRUCCION RAYON-RAYON HASTA POLIESTER-ACERO  
EN PRENSA DE VULCANIZACION PARA  
OPTIMIZACION DE COSTOS."

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**P R E S E N T A**

**FERNANDO RODRIGUEZ RAMIREZ**

DIRECTOR DE TESIS:  
ING. JORGE DE LA CRUZ TREJO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX... 1998

264541



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

ATN: Ing. Jaime de Anda Montañez  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S.-C

DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Evaluación técnica en llantas para auto de pasajeros de construcción RAYON-RAYON hasta POLYESTER-ACERO en prensas de vulcanización para optimización de costos".

que presenta el pasante: Fernando Rodríguez Ramírez,  
con número de cuenta: 8006036-5 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicho tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 9 de Febrero de 1998

PRESIDENTE	Ing. José Juan Contreras Espinosa	
VOCAL	Ing. Esteban Corona Escamilla	
SECRETARIO	Ing. Jorge de la Cruz Trejo	
RIMER SUPLENTE	Ing. Emilio Juárez Martínez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Antonio Trejo Lugo	

“Ningún hombre persigue una finalidad mas divina que aquel que se dedica a educar bien, no solo a sus hijos sino también a los hijos de los demás “.

Sócrates

## DEDICATORIA

FERNANDO

A MI PADRE EL SEÑOR : PEDRO RODRIGUEZ BARBOSA

A MI MADRE LA SRA. : MA. SANTOS RAMIREZ RODRIGUEZ

Con todo mi cariño y gratitud :

Lo mejor que he logrado hasta ahora es para ustedes, pues sin su ayuda padre y madre no hubiera llegado hasta donde me encuentro hoy.

A MI ESPOSA : MARIA DE SAN JUAN ELIAS MONJARAS

A MI HIJA : VALERIA FERNANDA Y  
EL BEBE QUE VIENE EN CAMINO

## AGRADECIMIENTOS

ING. JORGE DE LA CRUZ TREJO  
DIRECTOR DE TESIS

GRACIAS A SUS ENSEÑANZAS COMO PROFESOR , A SU COMPRESION APOYO Y  
A SU INVALUABLE AMISTAD, LE ESTARE SIEMPRE AGRADECIDO .

ING. ARTEMIO CORTES JIMENEZ

GRACIAS POR SU VALIOSA COOPERACION

A LOS HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

A MIS ESTIMADOS PROFESORES

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

U. N . A . M.

# **TITULO**

EVALUACIÓN TÉCNICA EN LLANTAS PARA AUTO DE PASAJEROS DE CONSTRUCCIÓN RAYON-RAYON HASTA POLYESTER-ACERO EN PRENSAS DE VULCANIZACION PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS.

## **OBJETIVO GENERAL**

A partir de los materiales que conforman una llanta para automóvil, definir la diferencias existentes y el resultado en su función.

## **OBJETIVO PARTICULAR UNO**

Presentar las diferencias en construcción de una llanta para auto en la medida P215/70 R14.

## **OBJETIVO PARTICULAR DOS,**

Presentar un panorama de hule en llanta no vulcanizada (estado plástico) y vulcanizada (estado elástico)

## **OBJETIVO PARTICULAR TRES**

Definir la aplicación de pruebas de laboratorio para la certificación de mezclas de compuesto, así como pruebas dinámicas de resistencia a la velocidad y a la carga.

## **OBJETIVO PARTICULAR CUATRO.**

Evaluación de costos en llantas de construcción Rayón-Rayón contra Polyester-Acero.

# **INDICE**

	PAGINA
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION.....	2
CAPITULO I PROCESO DE ELABORACION DE LLANTA CRUDA .....	9
CAPITULO II TABLAS COMPARATIVAS EN DIMENSIONES POR ELEMENTO.....	19
CAPITULO III VULCANIZACION.....	23
CAPITULO IV PRUEBAS DE LABORATORIO.....	44
CAPITULO V .COSTOS.....	49
CONCLUSIONES .....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51

## RESUMEN

La realización de este trabajo tiene como objetivo una evaluación técnica en la fabricación de llantas para auto, enfocándose como tema principal el de la vulcanización.

Se describen las diferentes tipos de prensas con las que se cuentan aquí en México para la elaboración de llantas.

Se hace mención de todo el proceso por el cual debe pasar la materia prima para la elaboración de una llanta hasta dar con los cálculos totales de costo.

La industria hulera ha logrado en los últimos años una excelente superación en condiciones de calidad, misma que han sido requeridas por los consumidores o clientes finales. Para ello, las empresas fabricantes de llantas han tenido la necesidad de superar barreras y obtener un producto que cumpla con los requisitos: fácil de fabricar y que sea económico cumpliendo con todos los requisitos de calidad.

Se sigue el análisis de una llanta diseñada para auto de pasajeros de la medida P215/70 R14 con el tipo de construcción RAYON-RAYON construida anteriormente porque así se consideraba lo ideal, sin embargo; como se mencionó, la llanta sufre cambios continuos en sus materiales ó estructura de composición y para cumplir con ciertos requisitos que se plantean, los tecnólogos deben de desarrollar nuevos diseños de llanta y dar cumplimiento a las especificaciones para entregar al término del proceso, un producto confiable y con mejores características para su uso; el tipo de construcción más actual que se usa es el POLYESTER – ACERO y como su nombre lo dice, son materiales totalmente diferentes que deben tener un comportamiento mejor al anterior y siendo este el tema de tesis, se complementara con los costos a que se recurre en cada tipo de construcción.

Antes de cerrar este espacio, quiero aprovechar para agradecer todas las facilidades que me fueron brindadas en la CIA. HULERA EUZKADI S.A. ya que sin su apoyo la presente tesis no llevaría datos tan importantes en la evaluación de la misma.



## INTRODUCCION

Vulcanización, es la etapa del hule que pasa de un estado plástico a un elástico mejorando sus propiedades mecánicas y químicas.

La palabra Vulcanización es en honor de Vulcano, Dios romano del fuego nombrado así por el descubridor Charles Goodyear en el año de 1839 al arrojar un pedazo de hule natural mezclado con azufre al fuego.

Desde épocas prehispánicas, el árbol de hule conocido como hevea brasiliensis que se encuentra en el área frontal de los trópicos y conocido también en el suroeste de México como Hullí, el árbol llega a medir hasta 25 metros de altura y cuando se le hace un corte en el tronco sangra un líquido blanco que tiene partículas muy pequeñas de hule en suspensión conocido como LATEX. Cuando se evapora el agua del látex, se obtiene un sólido llamado CREPÉ, formado por moléculas de hule aglomeradas, entre sí la atracción entre moléculas es muy débil .

La tecnología del hule no se ha detenido. Durante todo el siglo veinte se han logrado productos que soportan mejor los esfuerzos mecánicos ya que son más estables al ataque del medio ambiente .

Todo esto se debe gracias al conocimiento de su química. Al combinarse químicamente las moléculas de hule con azufre, forman un producto más resistente a la temperatura y al esfuerzo mecánico. El papel del azufre, es unir moléculas de hule vecinas, a esta reacción se le conoce como vulcanización.

La vulcanización empieza con la combinación de un agente vulcanizante y se prosigue a medida que se continúa ésta combinación. Las propiedades físicas del hule, no dependen de la proporción de azufre combinado cuando se consideran todas las mezclas de hule.

La fabricación de llantas, es a base de un proceso muy costoso y aunado a defectos de fabricación eleva el precio de la llanta en el mercado, para soportar esto, la industria hulera tiene como tema principal la fabricación de llantas a la más alta calidad reformando métodos de producción, la calidad de los hules, de las materias primas , de la mano de obra etc., es de mucha importancia durante la elaboración de cualquier artículo de hule; sin embargo, la calidad se ve desperdiciada si no se aplica una vulcanización adecuada, ya que si ésta es incorrecta , la calidad final será baja porque el compuesto no desarrollará sus mejores propiedades físicas y mecánicas.

El tipo de compuesto que se use determinará el resto de las operaciones que deberán usarse en la manufactura de artículos de hule, esto quiere decir que el diseño de un compuesto es un trabajo laborioso, en el cual se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a).- Condiciones requeridas del compuesto de servicio
- b).- Condiciones requeridas del compuesto en fabrica.
- c).- Costo del compuesto.

Lo anterior, es base para el diseño del compuesto por lo tanto, hablaremos de los diferentes tipos de hules y el resto de los materiales usados en la formulación.

#### A).- TIPOS DE HULES

Monómero.- Molécula sencilla de una sustancia que puede ser convertida en un polímero.

Oligómeros .- Productos de polimerización de bajo peso molecular (dímeros, trímeros, tetrámeros, etc.).

Polímeros.- Son compuestos químicos formados por la repetición de moléculas sencillas (monómeros), de peso las que tienen principalmente carbón ,hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Estas moléculas forman cadenas largas molecular elevado.

Copolímeros.- Es un polímero hecho de dos o más unidades diferentes.

Elastómero.- Los elastómeros son materiales que pueden estirarse y recuperar su estado original rápida y violentamente al ceder la carga o el esfuerzo aplicado.

Existen dos tipos de elastómeros (hules) manejados por la Industria Hulera para la fabricación de llantas y son :

HULES NATURALES. - Que como ya se mencionó anteriormente es obtenido del árbol Hevea Brasiliensis .

Los hules naturales tienen las propiedades siguientes:

- \_ Mayor flexión
- \_ Baja generación de calor
- \_ Resistencia al desgarre.
- \_ Mejor adhesividad.

HULES SINTETICOS. - En la actualidad existen un gran número de elastómeros sintéticos , los cuales difieren en propiedades físicas químicas entre ellos mismos.

El tipo de monómero, la polimerización del mismo, copolimerización entre diferentes de monómeros y el tipo de proceso , determinaran las propiedades físicas y químicas del elastomero elaborado.

Los hules sintéticos los dividimos en dos:

a).- COMPATIBLES

Dentro de los hules compatibles tenemos:

- \_ SBR Estireno-Butadieno
- \_ EPDM Etileno-Propileno
- \_ BR Polibutadieno
- \_ IR Poli-Isopreno

Estos polímeros nos proporcionan las siguientes propiedades:

- \_ Mayor dureza
- \_ Mayor resistencia al desgaste
- \_ Resistencia a la temperatura.

## b).- NO COMPATIBLES

El principal polímero no compatible usado en la industria llantera es :

\_ IIR Butilo (Combinado con Halógenos , nos proporcionan las características de este compuesto).

Las propiedades que nos da éste polímero son: \_

- \_ Resistencia a la flexión
- \_ No es compatible con los demás hules
- \_ Impermeabilidad al aire.

Las propiedades mecánicas obtenidas al utilizar el elastómero puro son definitivamente pobres, por lo que es necesario hacer uso de diversos materiales que modifican el comportamiento del compuesto, tanto en sus propiedades físicas como químicas.

## B).- CARGAS

Las cargas se dividen en:

### a).- REFORZANTES

Las cargas reforzantes más importantes son:

- \_ Negro de humo
- \_ Silicio hidratado

En la elaboración de llantas, las cargas reforzantes son materiales que mejoran las propiedades de un compuesto, tales como resistencia al desgarre, desgaste y a los agrietamientos , proporcionando una dureza, robustez y reducción de costos.

El negro de humo, es el producto de la combustión o descomposición térmica de hidrocarburos líquidos o gaseosos, nos referimos a ésta carga por ser la de mayor uso en la elaboración de compuestos para llantas , clasificándose de la siguiente manera:

- \_ Reforzante                      Proporciona mayor resistencia en abrasiones óptimas y resistencia al desgarre.

- \_ Semirreforzante Genera menor calor y nos da una resistencia adecuada al desgarre.
  
- \_ No reforzantes Se emplean comunmente como extendedores, alargando las Propiedades del compuesto.

Entre más finas sean las partículas, proporcionan mayor poder de reforzamiento,

#### b).- INERTES

Las cargas inertes más usuales son:

- \_Arcilla
- \_ Carbonato de calcio
- \_Talco

Referente a las cargas inertes, también se les conoce como cargas de relleno y se añaden a un compuesto, con el objeto de reducir costos en algunas ocasiones son ayuda de proceso, o para obtener durezas altas o disminuir la conductividad eléctrica.

#### C).- PLASTIFICANTES

Los plastificantes los podemos clasificar en :

a).-QUIMICOS.- Se emplean para recortar las cadenas de los hidrocarburos, teniendo a los Peptizantes como los principales materiales empleados.

b).-FISICOS. Dentro de estos plastificantes tenemos a los aceites, los cuáles actúan como auxiliares en la incorporación y la buena dispersión de las cargas, es decir como lubricantes, también proporcionan mezclados más suaves y en algunos casos se emplean como extendedores.

- \_Aumentan la plasticidad y facilidad de trabajo del compuesto formulado.
- \_Ayuda a la humectación e incorporación de las diferentes cargas.
- \_Aumenta la pegajosidad al molino y calandria (maquina que veremos en el cap. I).

#### D).- ANTIOZONANTES Y ANTIOXIDANTES

Son materiales que sin afectar sensiblemente la obtención del vulcanizado, permiten alargar la vida útil del hule, inhibiendo la acción de elementos que intervienen en la destrucción química del hule vulcanizado como el Oxígeno, el Ozono, Luz, Tiempo, Fatiga a la Flexión; clasificándose de acuerdo a su función:

##### \_ Químicos .

Se dividen en Manchantes (Amínas Aromáticas)  
No Manchantes (Difenoles Alquilados)

##### \_ Físicos

Ceras, las cuales como lo indica su clasificación actúan físicamente formando una película protectora contra la oxidación.

#### E).- AGENTES VULCANIZANTES

Como ya se mencionó anteriormente, los agentes vulcanizantes son ingredientes muy importantes en los compuestos, puesto que sin ellos el hule no tiene ningún uso. Los agentes vulcanizantes más usuales son el azufre, donadores de azufre. Estos son los que permiten que se lleve a cabo la vulcanización, formándose los puentes de azufre-carbono-azufre. Ocasionalmente los peróxidos también se pueden usar como agentes vulcanizantes.

#### F).- ACELERADORES

El proceso de la vulcanización sería muy lento con el sólo uso del azufre. Para disminuir el tiempo de reacción y hacer más eficiente la operación, se hace necesario el empleo de los aceleradores.

Los aceleradores los podemos clasificar en:

- \_ Lentos
- \_ Medios
- \_ Rápidos
- \_ Ultra rápidos

#### G).- ACTIVADORES

Los activadores, son auxiliares en la vulcanización como su nombre lo dice activan la reacción y los podemos clasificar en:

##### \_ INORGANICOS

Tenemos a los Oxidos Metálicos, cuya actividad depende del metal. El Oxido de Zinc es el más activo, seguido del Oxido de Plomo y el Oxido de Magnesio, fuera de estos tres los demás óxidos tienen poca actividad.

##### \_ ORGANICOS

Referente a los activadores Orgánicos, tenemos a los Acidos Grasos, siendo el Acido Esteárico el mejor, ya que con los aceleradores y el oxido de Zinc forman un complejo, siendo el paso intermedio de la reacción de la vulcanización le sigue el Acido Oleico y el Acido Palmítico, los cuáles se usan en menor escala.

#### H).- COMPUESTOS ESPECIALES

A menudo, es necesario recurrir a sustancias que nos ayuden a modificar las características finales de un compuesto, tales como colorantes (Azul Ultramarino), Aromatizantes, Retardadores, Esponjantes, Fungicidas y Resinas.

Una vez que ya tenemos identificados las materia primas que se emplean para la obtención de compuestos primarios en la elaboración de una llanta, se procede a la formulación de recetas de compuestos, que indican los materiales y en que proporción se usarán. Por lo general se basan en 100 partes de hule, más los niveles correspondientes de los otros ingredientes.

## CAPITULO I

### PROCESO DE ELABORACION DE LLANTA CRUDA.

Todo proceso y elaboración de algún producto, debe de pasar por una serie de etapas para la obtención del mismo y para lograrlo se debe seguir una secuencia específica y en el caso de la llanta, no es la excepción.

En la presente tesis, se maneja una llanta para auto de pasajeros en particular la medida P215/70 R14 siguiendo paso a paso su fabricación hasta presentarla como producto terminado incluyendo el costo que se requirió para su fabricación.

### DEFINICIONES

LLANTA.- Contenedor de aire

Nomenclatura de la identificación de una llanta.

Actualmente existen tres tipos de nomenclatura que son:

#### ALFANUMÉRICA

Ejemplo: HR 78 – 15

HR = Rango de carga y Construcción Radial.

78= Relación Aspecto.

15 Diámetro del Rin en pulgadas.

#### MILIMÉTRICA

185 SR 14

185 Ancho de sección en mm. SR = Rango de velocidad y Construcción Radial

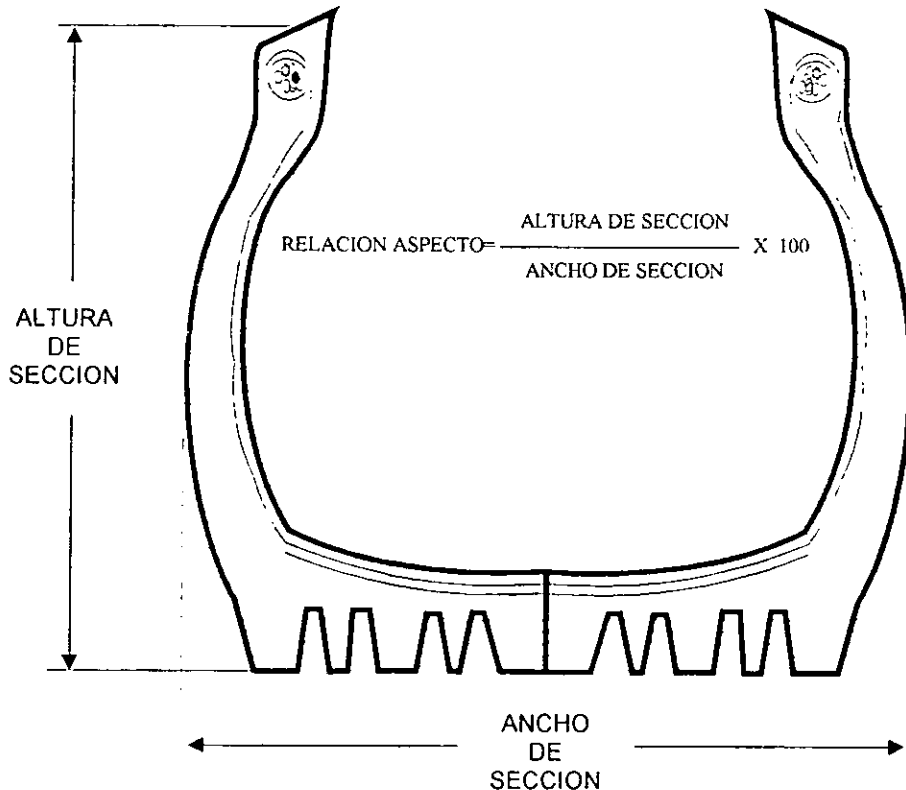
#### P – MÉTRICA

Que es la que se estudia.



P215/70 R14 :

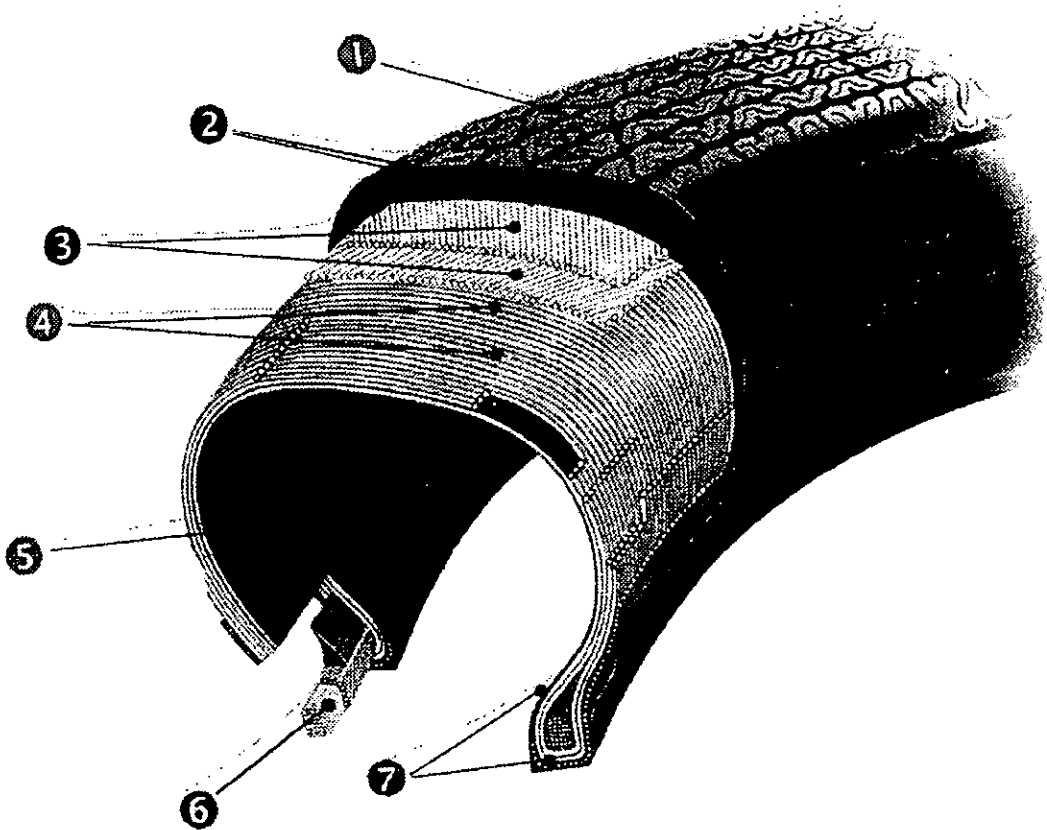
- P Especifica el tipo de servicio específico de la llanta en éste caso es llanta de pasajeros.
- 215 Ancho de sección en mm.  
Es la dimensión transversal máxima de la llanta, se divide en dos parámetros:  
Ancho de sección básico.- Se mide sin tomar relieves  
Ancho de sección secundario.- Se mide incluyendo relieves.
- R Determina que es una llanta radial.
- 14 ancho de Rin en pulgadas.



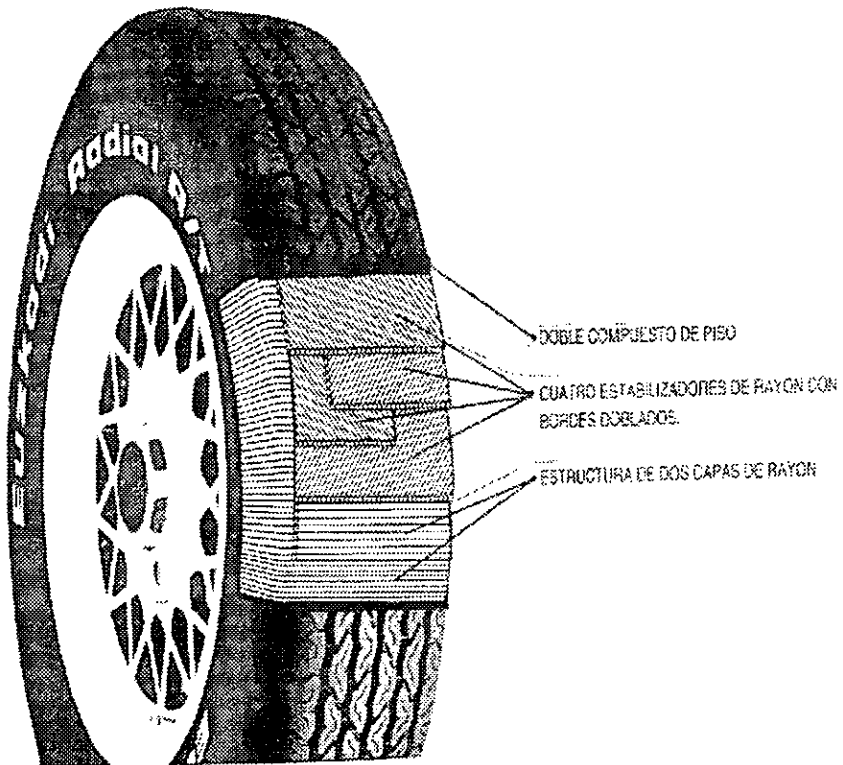
RELACION ASPECTO.- Serie o Porcentaje existente entre la altura y el ancho de sección de una llanta.

CARACTERISTICAS DE ENSAMBLE DE UNA LLANTA RADIAL PARA  
AUTOMOVIL CONSTRUCCION POLYESTER - ACERO

- 1 Piso
- 2 Base de piso
- 3 Cinturones de acero
- 4 Estructura de la llanta ( Capas textiles )
- 5 Cojín ó Capa hermética
- 6 Núcleo de ceja
- 7 Antifriccionante



CARACTERISTICAS DE ENSAMBLE DE UNA LLANTA RADIAL PARA  
AUTOMOVIL CONSTRUCCION RAYON - RAYON



**COJIN.-** Compuesto de hule halobutilo y tiene como función hermetizar la llanta, es decir, no dejar salir el aire contenido en el interior de la llanta.

**CAPAS RADIAL.-** Cuerda textil latizada y recubierta de hule por ambos lados y constituye al armazón de la llanta, proporcionando así junto con los estabilizadores la capacidad de carga.

**ROZADERA.-** Elemento de hule procesado en el Banbury protegiendo al conjunto de núcleo de ceja contra daños, además de permitir el correcto asentamiento de la llanta al Rin.

**ESTABILIZADORES 1 Y 2.-** Elaborados por la máquina steelastic con acero latonado y hule tira elaborado en Banbury y son los que absorben los esfuerzos de la llanta al rodar proporcionando estabilidad.

**PARED.-** Elemento de hule con las dimensiones necesarias elaborado en Tubuladora, siendo su función además de proteger a la capa contra daños, el lugar donde se indica con números y letras todas las especificaciones de servicio de la llanta.

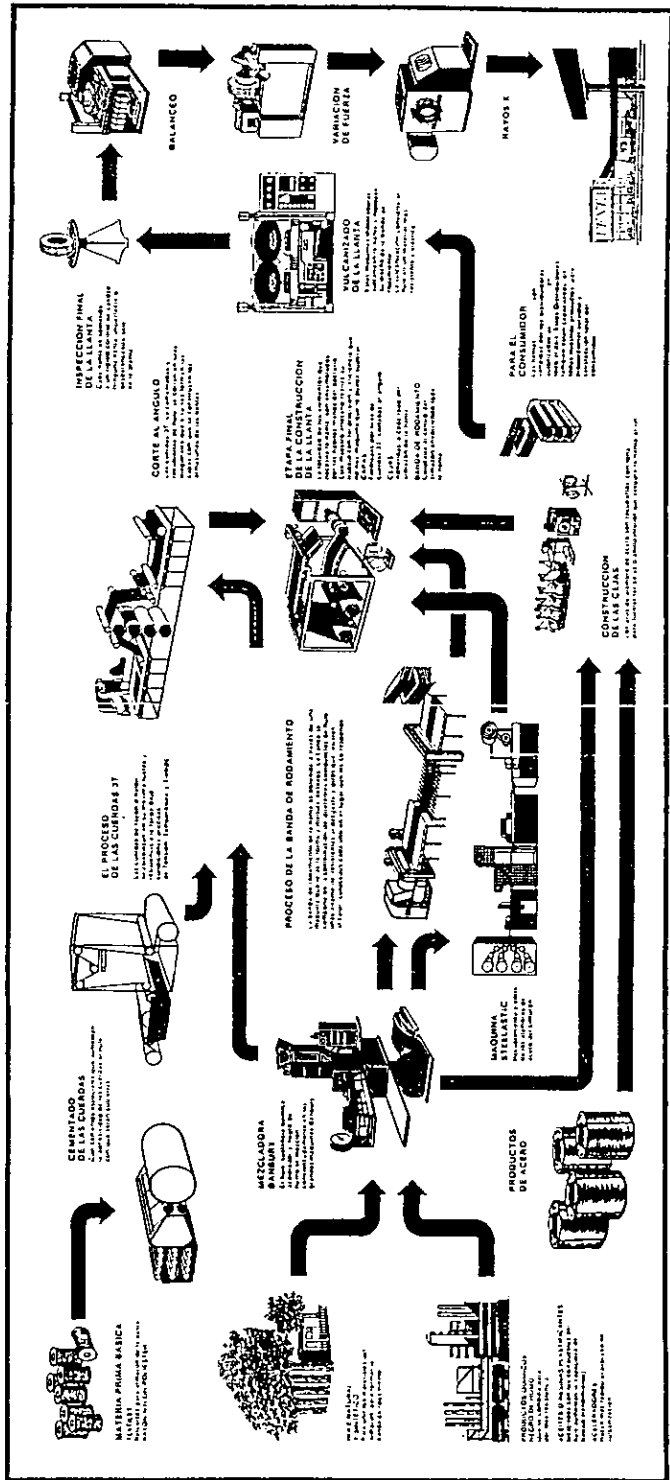
**CEJA.-** Alambres de acero cobrizado que forman un aro con un determinado número de alambres y vueltas cubiertos por hule y complementados con una almohadilla.

La función de la ceja es mantener la llanta unida al Rin.

**ALMOHADILLA.-** Compuesto de hule y procesado en Tubuladora, y su función es permitir la transición de esfuerzos de una zona rígida a una blanda.

A continuación se marca un diagrama de flujo marcando las diferentes operaciones efectuadas en el proceso de manufactura:

# PROCESO DE MANUFACTURA



## MATERIA PRIMA

### MATERIA PRIMA BASICA

Textiles:  
Refuerzo para armazón  
de la llanta

### HULE NATURAL Y SINTETICO

Para unir los materiales del  
armazon; para formar la  
banda de rodamiento

### PRODUCTOS QUIMICOS NEGRO DE HUMO

Que se combina para dar  
mayor resistencia

### ACEITES O RESINAS PLASTIFICANTES:

Mezclados con los  
Compuestos del hule  
Aumentar la capacidad  
De trabajo (rendimiento)

### ACELERADORES

Hacen más rápido el  
proceso de vulcanizado.

### PRODUCTO DE ACERO

## MEZCLADORA BANBURY

Es muy importante la tecnología de maquinaria con la que se dispone para llevar a cabo la vulcanización del compuesto y como primer paso se emplea el BAMBURY, máquina que realiza la elaboración de la mezcla de la materia prima, con la que se elaborará una llanta bajo una especificación.

Dentro de los mezcladores tenemos los siguientes:

### MEZCLADORES INTENSIVOS

Fabricados por la Farrel Company, son usados en el campo de alta intensidad, con un consumo de potencia de hasta 5.83 Kw/l, y se utiliza principalmente en la industria del caucho y los materiales plásticos.

Los mezcladores Prodex-Henschel y Welx-Pepenmeir, son de alta intensidad y combinan un corte elevado con un flujo de remolinos. Las aspas situadas al fondo del recipiente, barren los materiales hacia arriba con velocidades periféricas de aproximadamente 39.6 m/s.

El mezclador Prodex-Hensschel existe en cinco tamaños que van de 21.6 a 2509 litros (1.47 a 147.2 Kw).

## MEZCLADORES DE RODILLOS

Los mezcladores de dos rodillos paralelos montados sobre una armazón pesado, con disposiciones para regular de manera precisa la presión y las distancias entre los rodillos y se usa siempre prácticamente como mezcladores por lotes.

Los mezcladores de dos rodillos se usan principalmente para preparar pastas de color para ,la industrias de recubrimientos , tintas y pinturas.

Los mezcladores de tres rodillos son unidades continuas de tres rodillos paralelos de diámetros iguales, montados en un armazón rígido. Los rodillos giran con diferentes velocidades , de modo que el rodillo receptor es el más lento y el de descarga el más rápido.

## MEZCLADORES CONTINUOS DE GUSANOS GEMELOS

Este tipo de mezcladores pueden ser:

Tangenciales o Entrelazadas.

Los primeros permiten diámetros mayores del eje y entradas más altas de energía. Las aspas pueden funcionar con diferentes velocidades para provocar el desplazamiento del material de una sección del cuerpo a otra.

Las máquinas de gusanos gemelos ZSK (Werner & Pfeleiderer Coro.) están equipadas por gusanos corrotativos que se componen individualmente de diferentes elementos amasadores y de gusanos que se deslizan sobre ejes. Los gusanos se auto enjuagan y producen un transporte positivo del material.

## MEZCLADORES CONTINUOS

Extrusoras de gusano simple

Se utiliza con frecuencia como dispositivo mezclador, en la industria de los plásticos. En esencia , se logra un movimiento de "circulación", al trabajar en contra de una presión de descarga, de modo que hay un flujo a presión que se opone al flujo de arrastre hacia delante del gusano.

La extrusora Rietz tiene placas perforadas y desviadoras a lo largo del recipiente. El rotor lleva aspas múltiples, inclinadas hacia delante, que generan la carga de extrusión a través de las placas de orificios, además de golpear el material para romper los grumos que se forman entre los desviadores..

### Objetivo del mezclado

El objetivo del Banbury realiza la tarea de mezclar los ingredientes que conformarán al hule productivo para el proceso de la llanta. Hace la función de una licuadora y es aquí donde se da el primer paso en la transformación del hule y los ingredientes del compuesto en el productivo final.

### CALANDRIA

Las cuerdas de RAYON o NYLON se estabilizan en su máxima fuerza y resistencia a la fatiga bajo condiciones precisas de Tensión, Temperatura y Tiempo.

La Calandria hace la función de AULAR las cuerdas Textiles en ambos lados que en función formara la armazón de la llanta . Estas partes de la llanta se verán más adelante en esta tesis con más detalle.

### CALANDRIA DE TRES RODILLOS

Se utiliza para fabricar componentes de puro hule como CAPA HERMÉTICA

### CORTADORA.

La Calandria es precedida por otra máquina que hace la función de CORTADORA, en donde las cuerdas ya cementadas y recubiertas de hule se cortan en tiras diagonales, que a su vez forman las capas con que se construyen los armazones de las llantas.

### MÁQUINA STEELASTIC

Realiza una función muy similar a la Calandria, con la diferencia que aquí se ahulan y cortan cuerdas de acero previamente tratados con un baño de latón para que se obtenga una mejor adherencia del hule con el acero. Los productos obtenidos son: cinturones de acero, capa de acero y rozadera de acero.



### **TUBULADORA**

La banda de rodamiento, rozaderas de hule, costado entre otros; son productos elaborados de puro hule siendo la Tubuladora la máquina que los procesa con el hule productivo obtenido del Banbury.

La Tubuladora se utiliza para obtener materiales que requieren cierto perfil o contorno, así como dimensiones de ancho y largo específicas.

Existen Tubuladoras que pueden procesar productos formados con un componente, dos y hasta tres componentes que llevan diferentes tipos de compuestos.

### **CONSTRUCTORA DE NUCLEO DE CEJAS**

Utiliza alambre de acero cobrizado, hule productivo y cover; como su nombre lo indica elabora los núcleos de cejas y sirven para mantener la llanta unida al Rin.

### **MAQUINA DE CONSTRUCCION**

La etapa final en la construcción de la llanta es la máquina de construcción y es aquí donde la totalidad de los elementos que necesita la llanta, son ensamblados.

## **CAPITULO II**

### **TABLAS COMPARATIVAS EN DIMENSIONES POR ELEMENTO**

En fabricación de llantas, es determinante que se conozca a fondo la tecnología del hule y de esto depende tener un producto con éxito o fracaso alcanzado en la vulcanización.

El tipo de compuesto que se use, determinará el resto de operaciones que deberán usarse en la manufactura de artículos de hule, esto significa un mejor proceso con una vulcanización más rápida y un mejor rendimiento en servicio sin olvidar los costos.

El diseño de un compuesto es por tanto un trabajo laborioso, en el cual se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a).- Condiciones requeridas del compuesto en servicio.
- b).- Condiciones requeridas en fábrica.
- c).- Costo del compuesto.

En la presente tesis, daré un seguimiento al proceso de elaboración de un diseño de llanta en dos etapas, esto quiere decir, las modificaciones que se han requerido para lograr un mejor producto.

Como se mencionó anteriormente, nos enfocaremos al diseño específico P215/70 R15.

Tomaremos información de una llanta evaluada en el año 93 con tipo de construcción RAYON-RAYON haciendo la comparación con resultados efectuados que dimos seguimiento con el tipo de construcción POLIESTER ACERO.

## TABLAS COMPARATIVAS

	RAYON-RAYON	POLYESTER - ACERO
<b>RELLENO:</b>		
Espeor	0.035 "	0.035 "
	0.036"	0.036 "
Ancho	450 mm	450 mm
Largo	1220 mm	1220 mm

Tiene la función de hermetizar a la llanta para evitar la salida del aire manteniendo en ambos casos la especificación de construcción.

### CAPAS I Y 2:

Angulo	90°	90°
	90°	90°
Ancho	575 mm	575 mm
	465 mm	465 mm
Largo	1230 mm	1230mm
	1237 mm	1237 mm

Forman el armazón de la llanta y definen la capacidad de carga.

Cambia la clave por ser de diferente material cambiando de RAYON a POLIESTER.

El ángulo lo forman las cuerdas de capa en su dirección en forma transversal contra una línea imaginaria circunferencial al centro de la llanta.

### ROZADERA

Ancho	63 mm	63 mm
-------	-------	-------

Evita fricciones de la llanta contra el rin. No hay cambios

**ESTABILIZADORES 1 Y 2.**

Angulo		29.5°		31°
		29.5°		31°
Ancho	E1	366 mm		177 mm
			Pestaña	20 mm
	E2	366 mm		165 mm
Largo	E1	1830 mm		845 mm
			Pestaña	3690 mm
	E2	1838 mm		855 mm

Junto con las capas definen la capacidad de carga y su función principal es dar estabilidad a la llanta al rodar.

El cambio de clave nos muestra un cambio radical en la construcción, cambiando de estabilizadores de material RAYON (Textil), a material ACERO; además de sus dimensiones, anchos y colocados.

**RECUBIERTO**

Largo	1865 mm	1885 mm
Ancho	224 mm	214 mm
Peso	4.074 kg.	3.940 kg.
Kg/mt.	2.184 kg.	2.090 kg.

Por su dibujo en piso, nos define el tipo de servicio para lo cual fue diseñada la llanta, en este caso en particular es para todo tipo de camino; además de realizar la función de desalojo de agua al rodar por caminos mojados y proporcionar resistencia al desgaste entre otros conceptos.

Aquí se muestra una reducción en el peso de la llanta.

**PARED**

Largo	1255 mm	1255 mm
Ancho	146 mm	146 mm
Peso	0.808 kg.	0.808 kg.
Kg/mt.	0.644 kg.	0.644 kg.

Evita daños a las capas durante el uso de la llanta marcándose en las especificaciones funcionales de la llanta. No presenta cambios.

**CEJAS**

Espesor	1.4 mm	1.4 mm
Vueltas	5	5
Hilos	4	4
Diam. Int.	14.229 "	14.173 "

Mantiene la llanta unida al Rin.  
No presenta cambios.

#### ALMOHADILLA TIPO 1 y 2

Dimensiones	5.35 mm	5.35 mm
	6 x 7.5 mm	6 x 7.5 mm

Permite la transición de esfuerzos de una zona rígida a una flexible.  
No presenta cambios.

#### CABESTRILLO

Ancho	60 mm	60 mm
Largo	1127 mm	1127 mm

Componente envolvente del núcleo de ceja que absorbe los esfuerzos entre el amarre de la capa y el núcleo de acero. No presenta cambios

#### ROZADERA

Ancho	63 mm	63 mm
Largo	1245 mm	1245 mm

Como su nombre lo indica, su función es evitar fricciones.  
No presenta cambios.

## CAPITULO III

### VULCANIZACION

La vulcanización representa el paso más importante en la fabricación de llantas debido a los enlaces químicos que sufre el hule crudo por medio de la reacciones químicas, cambiando sus propiedades de un estado plástico a un estado elástico.

La calidad se ve desperdiciada si no se aplica una vulcanización adecuada, ya que si esta es incorrecta, la calidad final será deficiente porque el compuesto no desarrollará sus propiedades adecuadas, perdiéndose el 100 % del producto al no ser reprocesable, acumulando pérdidas en materia prima, energía y tiempo.

La vulcanización es una operación en la que influyen muchos factores, algunos de estos son:  
como el tipo de prensa, sustancias a aplicar, entre otras.

A continuación daré varios términos con los cuales, tendremos un mejor conocimiento de lo que esperamos de una vulcanización determinante.

### VULCANIZACIÓN ÓPTIMA.

Implica un tiempo de vulcanización, obteniéndose un máximo en el valor de alguna propiedad o un buen desarrollo de propiedades de importancia. La forma de seleccionar una vulcanización óptima en la práctica, es generalmente con toma de datos de Tensión- Elongación para una serie de vulcanizaciones considerando el desarrollo de resistencia a la tensión y el módulo.

### TIEMPO ÓPTIMO

Se considera la máxima resistencia a la tensión alcanzada.

### VULCANIZACIÓN TÉCNICA.

Término empleado en detectar la mejor base de vulcanizado, por ejemplo, si se selecciona una propiedad diferente a la resistencia a la tensión o el módulo, siendo la primera crítica para el servicio que prestara el artículo.

## COEFICIENTE DE TEMPERATURA DE VULCANIZACION

Las mezclas de hule son diferentes composiciones, no se comportan de la misma manera al variar la temperatura de vulcanización.

Los coeficientes de temperatura son el factor que multiplicado por un tiempo dado de vulcanización para una temperatura, nos da el tiempo a que sería necesario vulcanizar la misma mezcla para obtener los mismos resultados si vulcanizamos a temperatura menor .

Los coeficientes varían entre 1.8 y 2.5 y se han determinado experimentalmente para los diferentes hules con diferentes aceleradores y cargas.

## VELOCIDAD DE VULCANIZACION

El cambio de propiedades físicas del hule a un determinado tiempo, pueden ser incrementadas por la adición de cantidades más altas de agentes vulcanizantes o aceleradores.

## ESTADO DE VULCANIZACION

El resultado de tiempo y temperatura de vulcanización en el hule, es determinante para alcanzar las propiedades óptimas de dicho compuesto. Es a menudo relacionado directamente con la polimerización , es decir, es tomado como una cantidad estándar del estado de vulcanización .

## SOBREVULCANIZACION Y REVERSION

Se refiere a un tiempo de vulcanizado más largo rebasando la vulcanización óptima .

En este tipo de ciclo de vulcanizado el hule sintético excepto butilo tienden a endurecer y los compuestos de hule natural tienden a la reversión.

## TIPOS DE PRENSAS DE VULCANIZACION EN MEXICO

El equipo que se usa más comúnmente para vulcanizar neumáticos, varían considerablemente en tipos y en detalles de control entre plantas productoras de llantas. Sin embargo, hay elementos distintos de estos equipos que son comunes, incluyendo los siguientes.

### A).- Los moldes de llantas.

Son manufacturados en acero fundido en máquinas o en aluminio, en la forma y tolerancias específicas. Comúnmente son usados dos tipos de moldes: el molde de dos piezas y el molde segmentado.

Un molde típico de dos piezas, es partido cerca del centro en dos piezas. Cada mitad del molde tiene la reunión de piezas de la mitad de la llanta como son una ceja, un costado y la mitad de banda de rodamiento.

El molde segmentado tiene también planchas en la superficie y el fondo, pero son de un diseño especial, el aro de la banda de rodamiento (piso), se parte en siete o más segmentos separados, los que se deslizan abiertos o cerrados por un cilindro hidráulico puesto en acción por la prensa.

B).- Para vulcanizar una llanta en un molde, se requiere una bolsa de vulcanización, o un bladder dentro del molde, para impedir que el neumático reviente. Presiones mas allá de varios cientos de libras, se pueden usar en sistemas de vulcanización, algunos métodos aplican energía a la superficie externa del molde para evitar que se abran. Un método de aplicar esta Prensa de Compresión, es colocar el molde a una cámara de presión, las Ollas Calentadoras o Prensas de Domo, es el método más antiguo para vulcanizar llantas, pero aún es usado para vulcanizar los tamaños más grandes. La presión del vapor presiona para mantener cerrado el molde. El vapor o agua caliente circula a través de la bolsa para vulcanizar la llanta.

La prensa de platina usa fuerza mecánica para mantener el molde cerrado. El calentamiento exterior se provee pasando vapor a través de platinas perforadas, en las cuales se colocan las mitades del molde. El calor interno se maneja con los bladder con corrientes de vapor o de agua caliente. El diseño más avanzado es la "PRENSA BAGO MATIC" diseñada para vulcanizar con dos cavidades "estación doble", y que varían en su diseño mecánico, pero tienden a ser muy similares en su principio de operación. Hay una diferencia principal en como se instala el bladder. La prensa "Mc Neil" usa un bladder de vulcanización con un extremo abierto, colocado en un poste verticalmente levantado y en Bago Matic es una bolsa en forma de globo sujeto al molde inferior.



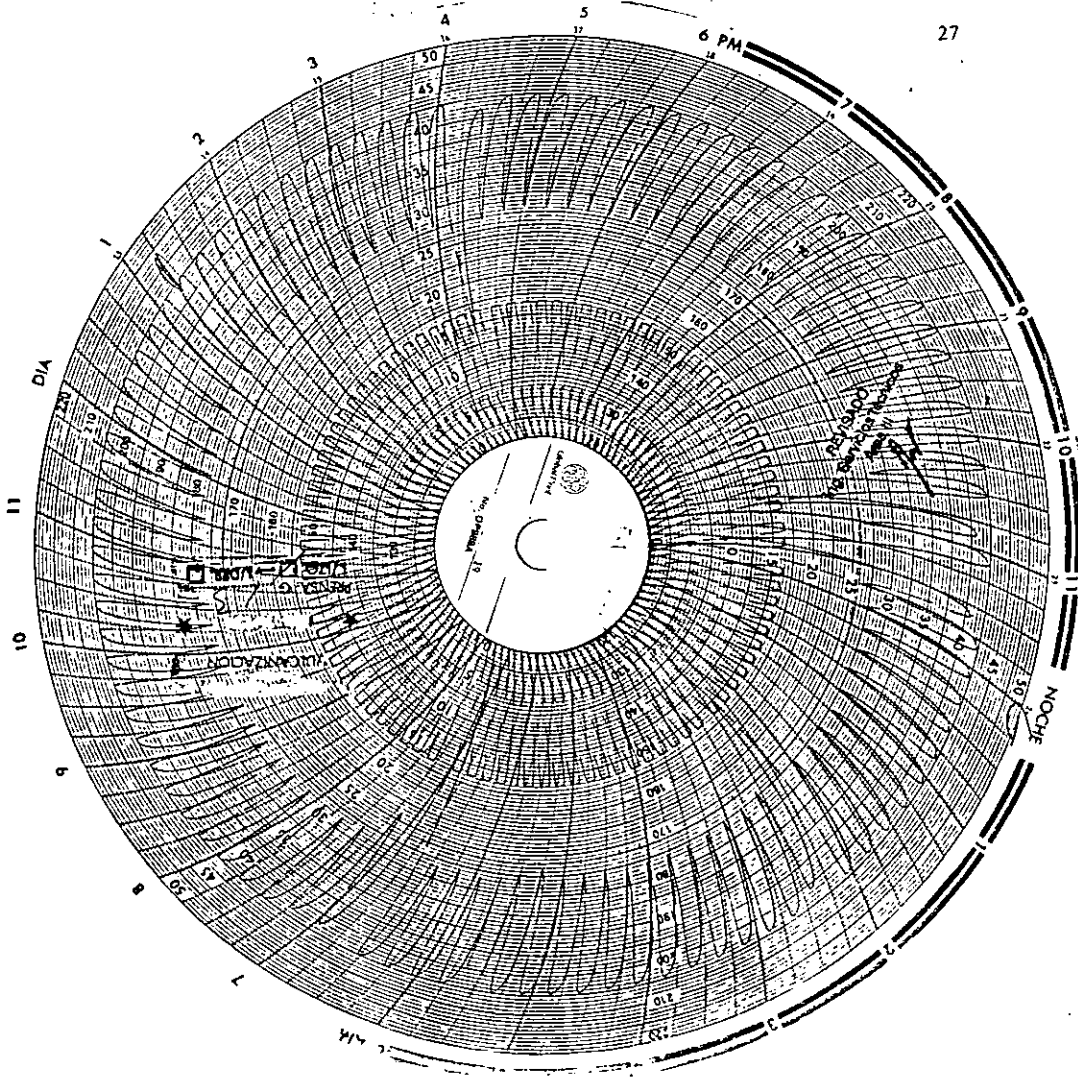
### c).- Instrumentos de control

El equipo de control de una prensa de vulcanización varía enormemente, lo que depende del tipo de prensa y de su fabricante. Sin embargo, sin considerar el tipo, es importante que el controlador de calidad, considere que no hay margen para error, porque en el departamento de prensa cualquier instrumento que funcione mal o uso incorrecto, puede causar problemas masivos de calidad.

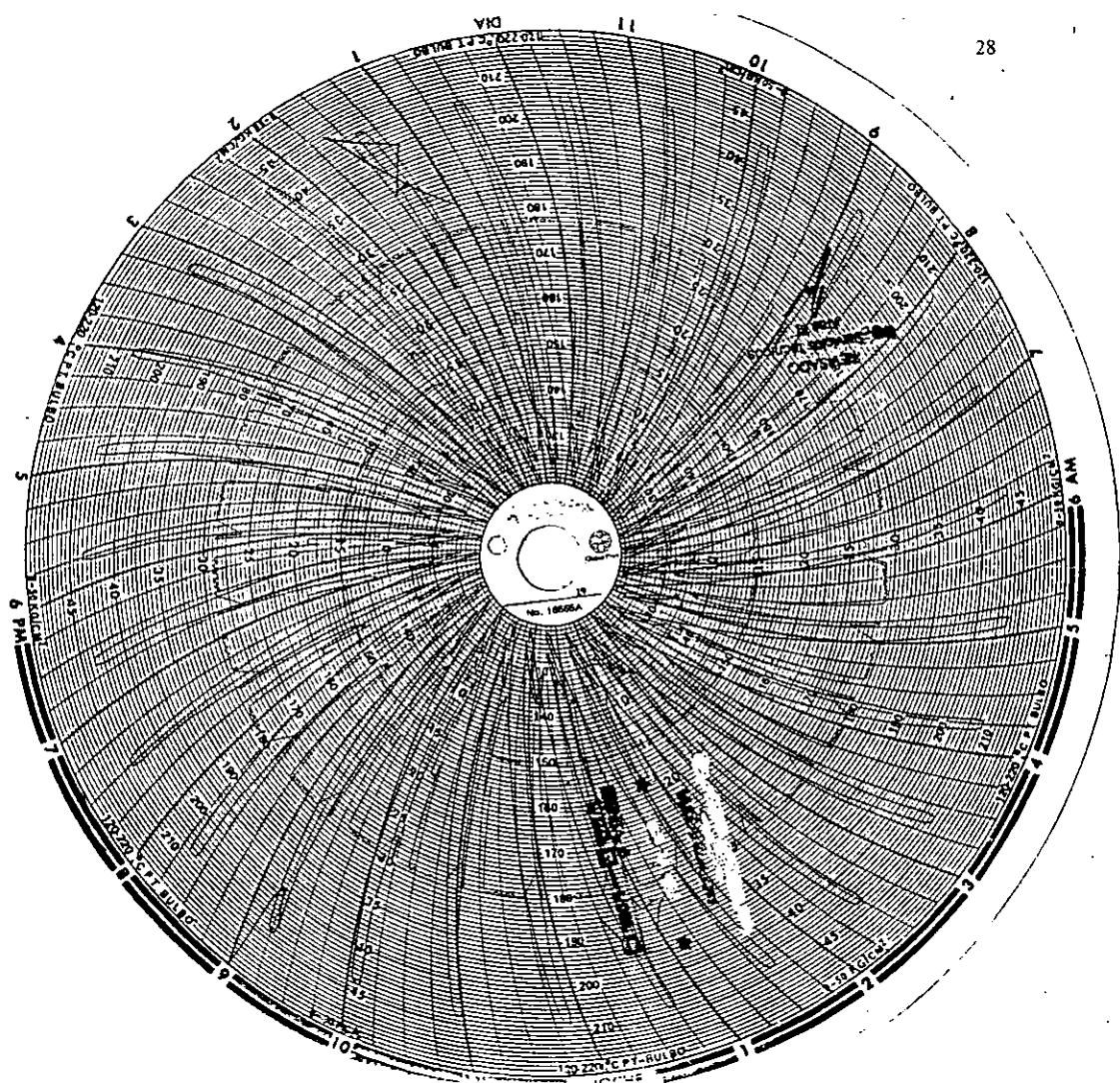
Lo más importante en la vulcanización es el control de tiempo. Es el controlador de tiempo y sus pasadores o posiciones, el que da impulso a los cambios en el "Ciclo de Vulcanización", ambos "aumentan" el tiempo y la función, hasta que se verifique el tiempo de la "Vulcanización Total".

Como el controlador de tiempo alcanza un punto de aumento técnico, debe saber qué cosas pueden ocurrir y verificar lo que ocurrió pues hay comprometidas muchas válvulas, relés, interruptores, intertrabadores, fijación de paradas, etc.

La documentación del vulcanizado es muy importante, la "Carta de Vulcanizado" es la manera de controlar el funcionamiento de la prensa



La gráfica muestra por medio de crestas el número de vulcanizaciones que se han realizado en la prensa de dos cavidades (ciclos de vulcanizado). Cada cresta muestra una llanta vulcanizada a la temperatura como lo marque la especificación; es decir, esta gráfica corresponde a una prensa que tiene servicios de VAPOR-VAPOR, donde se le suministrara primero, Vapor a una temperatura de 250 PSI (208 °C) y después 100 PSI (170 °c). Las crestas mas pequeñas representan temperaturas equivalentes. Si se llegara a presentarse alguna falla en los servicios, las crestas no llegarían a la temperatura correcta repercutiendo en la vulcanización óptima.



Aquí la representación gráfica es similar a la anterior, con la única diferencia de que en el suministro de temperatura de vapor de 170 °C se incremento a 170 °C. Este paso puede ser regulado a determinado rango cuando la mezcla presenta problemas de vulcanizado en forma de porosidad en las partes más gruesas de la llanta.

## DIFERENTES TIPOS DE SERVICIOS EN PRENSAS DE VULCANIZACION

Primeramente hay que saber, ¿Porqué se necesitan diferentes sistemas de vulcanizado?

- \_ Debemos encontrar el mínimo y máximo equivalentes de vulcanizado.
- \_ Evitar exceder el máximo de temperatura en el punto límite de calor.
- \_ Mantener la presión de la llanta, para evitar aire atrapado en forma de burbujas.
- \_ Vulcanizar en un mínimo de tiempo, por razones de eficiencia en el costo.

### VAPOR / VAPOR

Pasa el vapor a través del bladder vulcanizador, durante el periodo de calentamiento del vulcanizado. Los sistemas generalmente especifican 200 PSI (388 °F) para calentamiento, después se baja a 100 PSI (338 °F) en el periodo de calentamiento, con el fin de no exceder el límite máximo del punto límite de calor.

La regulación del tiempo de vulcanizado varía según el tamaño de la llanta.

### VAPOR / AIRE

Este sistema de vulcanización se utiliza en llantas pequeñas, la llanta se calienta rápidamente usando 200 PSI de vapor, entonces se corta el paso de vapor y se introduce aire a presión dentro del bladder de vulcanización, para mantener la llanta a presión mientras dura el periodo de calentamiento. El empleo de 200 PSI de aire es muy común.

### VAPOR / GAS INERTE.

El gas inerte (Nitrógeno) es producido en un generador, capaz de crear presiones al doble, que lo que se consigue en sistemas de compresores de aire.

El vapor de 200 PSI, se emplea generalmente, para calentar la llanta, entonces se corta la salida del vapor y se introduce el gas inerte dentro del bladder de vulcanización para mantener la llanta a presión, mientras dura el periodo de calentamiento. La única característica, es que el gas inerte en el bladder no tiene un flujo constante. Así un escape de presión a través de una válvula defectuosa o drenaje abierto, dará por resultado una pérdida de presión quedándose el neumático frito de vulcanización.

## AIRE / AGUA CALIENTE

Este es un sistema de vulcanización también de alta presión, diseñado para llegar a 375 °F de temperatura. Se emplea agua caliente de 400 PSI. El paso inicial es formar la llanta dentro del molde, empleando aire a presión, luego el aire es cortado y agua caliente a alta presión es introducida dentro del bladder de vulcanización .

## VAPOR /VAPOR/AGUA FRÍA

Esta es una variación del sistema de vulcanización VAPOR/VAPOR, donde al final del ciclo, se agrega un flujo de agua fría, a través del bladder de vulcanización. Haciendo esto, la proporción de calor agregada a la llanta.

## NRM AUTOFORM

Existen dos modelos básicos:

- 1.- Las de platinas dobles para llanta de pasajero y de llantas pequeñas de camión.
- 2.- Las de Domo de Vapor para llantas de camión y llantas fuera de carretera.

Todas las prensas vulcanizadoras Autoform son de dos cavidades diseñados para vulcanizar dos llantas simultáneamente, excepto la prensa diseñada para vulcanizar medidas grandes con una sola cavidad.

El modelo dinámico designa el tiempo y la fuerza de cierre de la prensa, ejemplo:

El modelo 40,5 – 300, indica una prensa con 40.5 de diámetro y cierra con una fuerza de 300,000 Lbs por cavidad.

La única excepción es 57-675 donde 57 Pls es la distancia de centro a centro entre cavidades .

Las prensas de domo de vapor cavidad simple modelo 72-1350 esta diseñada para vulcanizar llantas con diámetro de ceja de 20 a 36 pulgadas.

El sistema de vulcanizado en prensas NRM Autoform, es totalmente automatizada siendo la única operación manual el colocado de llanta cruda a la prensa.

La operación completa del proceso de la llanta consiste en 3 ciclos:

### 1.- Ciclo de cerrado de prensa.

Después de que son dejadas las llantas crudas en los moldes, una membrana flexible de hule llamada bladder, se expande dentro de la llanta dando la presión interna. Esta sirve para acomodar la llanta en el molde al cerrar la prensa.

2.- En este periodo de tiempo la llanta es vulcanizada por medio de temperatura, tiempo y presión interna. Cuando el ciclo termina, la prensa abre automáticamente.

### 3.- Ciclo de prensa abierta.

Cuando la vulcanización se completa, se retira la presión interna y los bladder son desinflados para que los mecanismos saquen la llanta vulcanizada.

### Cargador automático

La operación automática de carga de llanta cruda a la prensa es coordinada con otras operaciones del ciclo de vulcanizado para que se cargue la llanta cruda a los moldes cuando se requiera.

### Pos Inflado

Esta es una unidad separada y montada atrás de la prensa. El propósito es recibir las llantas vulcanizadas al salir de la prensa e inflarlas para que conserven sus dimensiones al enfriarse.

## OPERACIÓN DEL SISTEMA

La prensa es operada automáticamente por medio de válvulas de reducción controlando los diferentes pasos del proceso, un controlador de tiempos suministrando los servicios.

Este mecanismo puede acelerarse o retrasar de manera que se puede aumentar o disminuir el tiempo de vulcanizado.

### EN CONSTRUCCION RAYON/RAYON.

Los servicios de vulcanizado son vapor de 250 PSI (208 °F) y vapor de 100 PSI (170 °C).

Número del Paso	Tiempo del Paso	Tiempo Acumulado (minutos)		OPERACIÓN DEL PASO
1	10.0	00.0	10.0	VAPOR DE 250 PSI. (208 °C)
2	03.0	-	-	EXTENSION DE VULCANIZACION
3	03.0	10.0	13.0	CONDENSADO
4	03.5	13.0	16.5	VAPOR 100 PSI. (170 °C)
5	00.4	16.5	16.9	DESCARGA
6	00.1	16.9	17.0	PURGA Y VENTEO

### CONSTRUCCION POLYESTER/ACERO

Los servicios de vulcanizado son vapor de 250 PSI (208 °C) y vapor de 100 PSI (170 °C).

Número del Paso	Tiempo del Paso	Tiempo Acumulado (minutos)		OPERACIÓN DEL PASO
1	09.0	00.0	09.0	VAPOR DE 250 PSI. (208 °C)
2	03.0	-	-	EXTENSION DE VULCANIZACION
3	01.5	09.0	10.5	CONDENSADO
4	06.0	10.5	16.5	VAPOR 100 PSI. (170 °C)
5	00.4	16.5	16.9	DESCARGA
6	00.1	16.9	17.0	PURGA Y VENTEO

Los servicios de vulcanizado son vapor de 250 PSI (205 °C) y agua caliente de 300 LBS.

Número del Paso	Tiempo del Paso	Tiempo Acumulado (minutos)		OPERACIÓN DEL PASO
1	1.0	00.0	01.0	AGUA DE LLENADO A 300 Lb/Pulg2
2	1.5	-	-	EXTENSION DE VULCANIZACION
3	9.5	01.0	10.5	AGUA CIRCULANTE DE 300 Lbs/Pulg2
4	1.5	10.5	12.0	AGUA FRIA
5	0.5	12.0	12.5	DESINFLADO

## PRUEBA DE TERMOPARES

Como hemos venido mencionando, la llanta esta hecha con diferentes componentes a diferentes medidas y espesores y lo más importante, a diferentes compuestos.

El uso de termopares es punto determinante en la vulcanización óptima de la llanta para determinar el correcto proceso de mezclado y construcción, esto es, evitar la falla de una alta o baja vulcanización de la llanta, porosidad o ampollas.

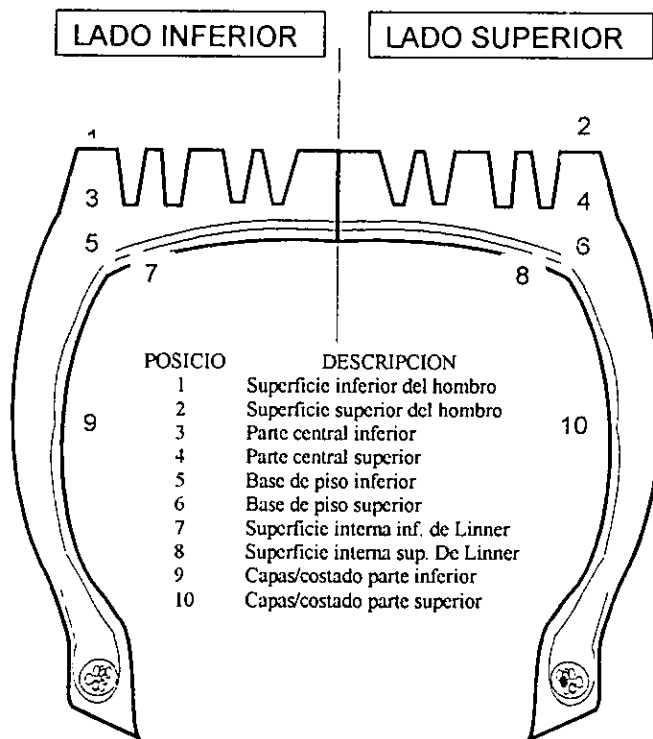
Una colocación incorrecta de los termopares en los puntos asignados en la llanta durante su construcción es determinante en el éxito o fracaso de la prueba. Una colocación incorrecta nos impedirá localizar exactamente el punto de menor o mayor vulcanización en la llanta, provocando con esto una especificación incorrecta de vulcanización.

El número correcto de termopares a utilizar depende del diseño de llanta, siendo el mínimo a usarse de seis.

A continuación se da una breve descripción del colocado de termopares:

### LOCALIZACION DE TERMOPARES

MEDIDA: P215 / 70 R 14





## CEJA

Deberá lograrse un mínimo de vulcanización, el compuesto endurece conforme aumenta la temperatura.

## ARMAZON

No se deberá sobrepasar un máximo de vulcanización. Como esta área recibe más vulcanización por parte de los servicios internos, los cuales poseen temperaturas más elevadas que el domo a platinas, deberá evitarse la sobre vulcanización que reducirá las propiedades flexinantes endureciendo los compuestos de ésta área y dañando las cuerdas (nylon, rayón).

## PISO

Area exterior del piso, la vulcanización alcanzada no debe ser baja, pues reduciría la resistencia al desgaste, ni muy alta, pues aumentaría la posibilidad de cortadas o desgarres y reduciría la resistencia a la flexión del piso de la llanta.

## HOMBRO

Los límites establecidos para esta parte de la llanta son mas críticos por ser el área de menor vulcanización, para esto deben de extremarse las precauciones para no salir de los límites establecidos en minutos equivalentes de vulcanización. Un bajo estado de vulcanización en esta área, produciría abolsamientos y porosidad en el piso.

Otros puntos importantes para el éxito de la prueba de termopares son:

Que la prensa de vulcanización seleccionada sea la adecuada en la medida de la llanta además de contar con un óptimo de funcionamiento y mantenimiento. Si se usa una prensa a platinas ésta debe de ser bien ensamblada con el molde y coraza para evitar pérdidas de calor y en caso de utilizar una prensa de domos, que los empaques de la misma estén en buenas condiciones para evitar fugas de vapor. En ambos casos la temperatura de prensa debe de estar a especificación y para certificar esto, se coloca otro termopar magnético sobre ellas.

El diafragma utilizado para la prueba debe de ser el especificado.

Durante la vulcanización se usa un potenciómetro para tomar las señales que envían a cada uno de los termopares en la llanta. Cada lectura tomada (en milivoltios) deberá anotarse a que termopar corresponde y a que tiempo exacto del ciclo fue leída.

Deberá tomarse un número de lecturas suficientes que permitan graficar adecuadamente los resultados de cada uno de los termopares. Estas lecturas

deberán proseguirse a pesar de que el ciclo de vulcanización en la prensa haya terminado, hasta que la llanta alcance una temperatura cercana a la ambiente, pues durante todo este tiempo la llanta continúa vulcanizándose.

Los termopares que han sido localizados estratégicamente en la llanta nos dan una relación de temperaturas máximas y mínimas alcanzadas en la misma en diferentes puntos y de estas relaciones se lleva a cabo los cálculos del estado de vulcanización alcanzado.

La obtención de los minutos equivalentes de vulcanización se logra al medir el área bajo la curva correspondiente a cada uno de ellos (curvas obtenidas de la graficación de tiempo vs. Temperatura de cada termopar) y multiplicada por un factor que incluye la temperatura de referencia.

Los resultados obtenidos son comparados contra ciertos estándares de estado de vulcanización para concluir si se ha logrado o no una vulcanización adecuada.

Estos estándares son:

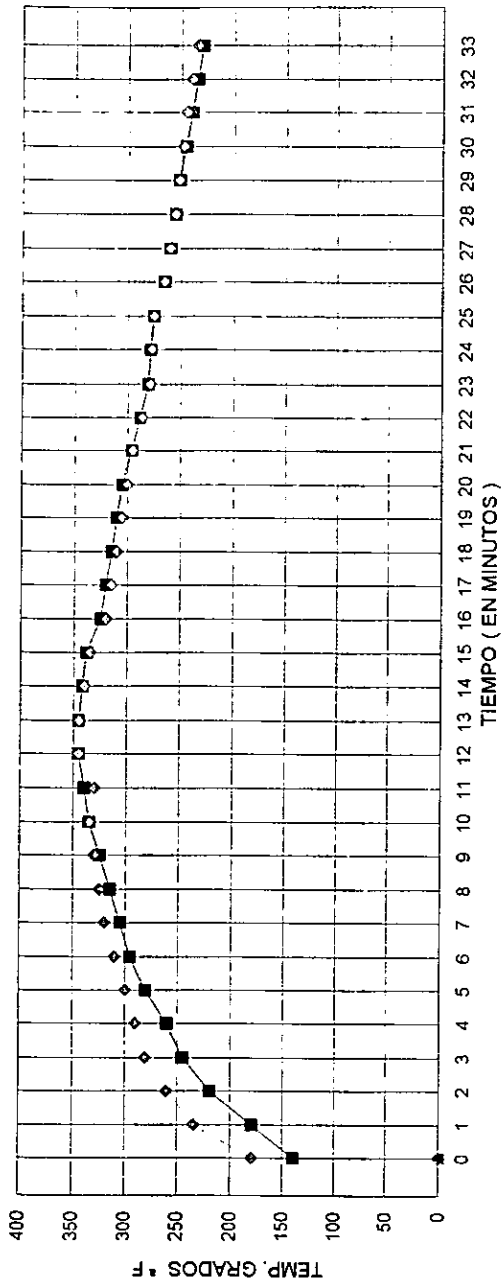
Pruebas de laboratorio para determinar la mejor vulcanización (tiempo y temperatura), para optimizar las propiedades físicas de los compuestos y con el fin de estandarizar la mejor vulcanización es expresada como minutos equivalentes de vulcanización a 260, 275 y 300 °C.

Pruebas dinámicas de resistencia a la velocidad, a la carga, penetración y desmontaje.

Otras pruebas son la dureza y la penetrabilidad, las cuales junto con las anteriores se describirán a detalle en el capítulo IV.

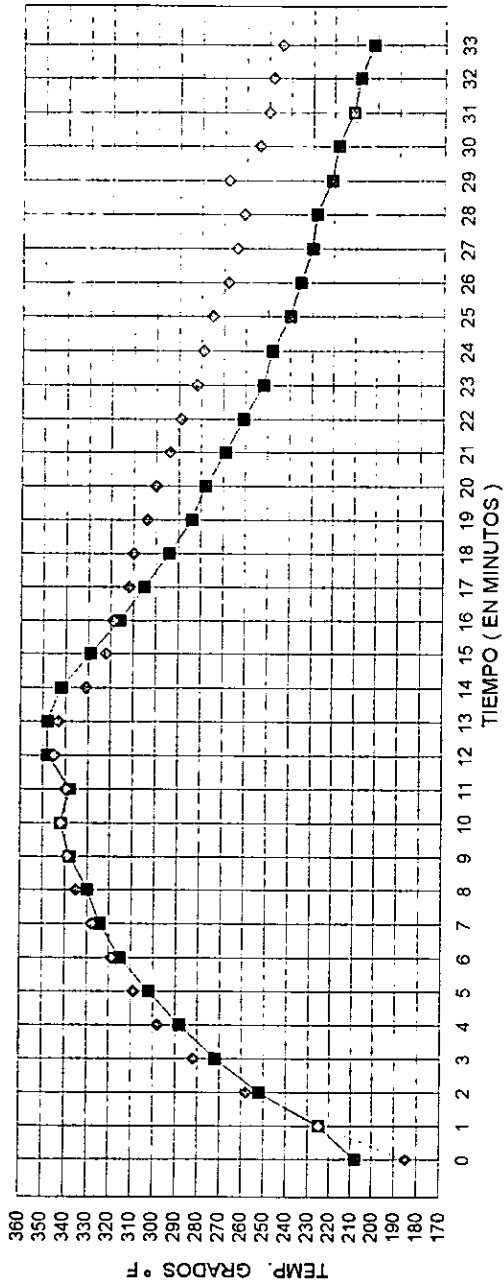
### **Gráficas de termopares .**

MEDIDA P215/70R14



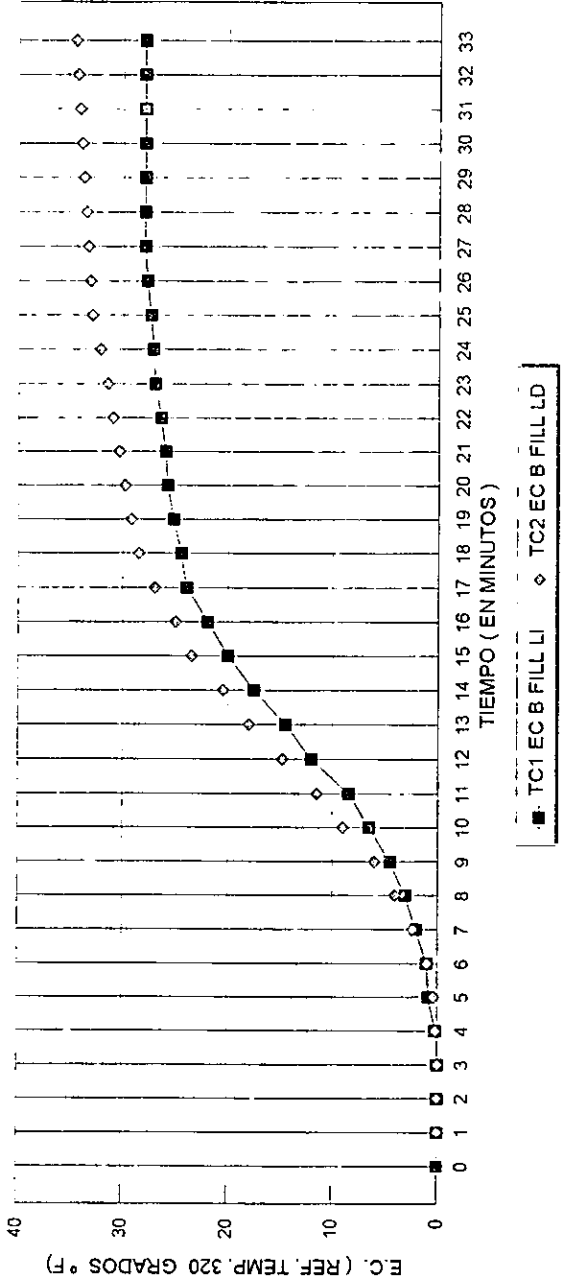
■ TC6 TEMP. UNDER TRD    ♦ TC7 TEMP. TRD MASS

MEDIDA P215/70R14

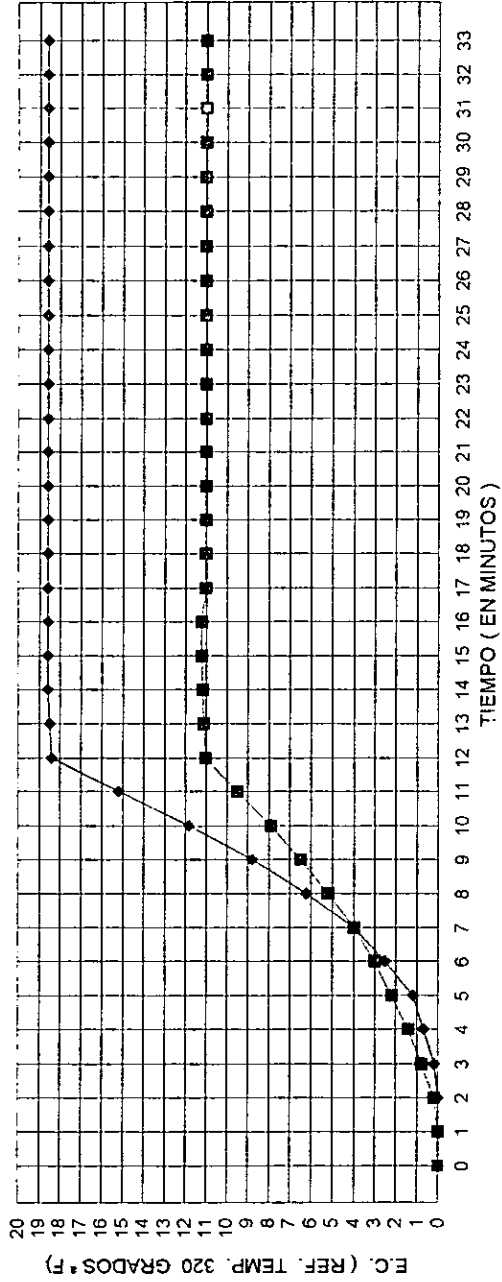


■ TC3 TEMP. SW INF.    ♦ TC4 TEMP. SW D.

MEDIDA P215/70R14

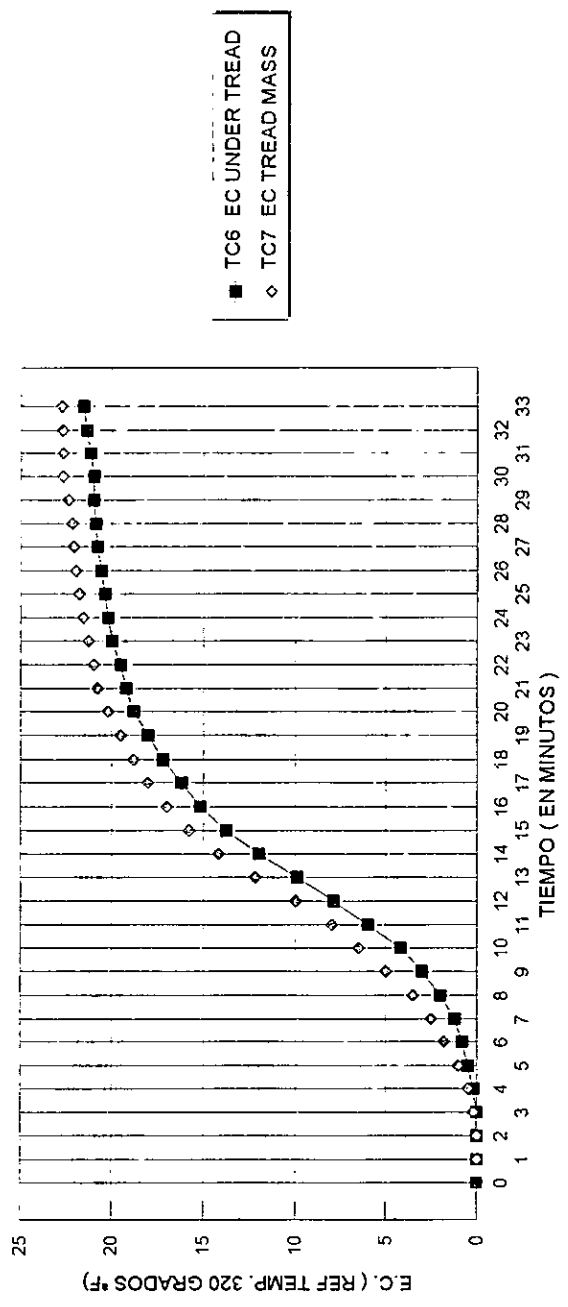


# MEDIDA P215/70R14

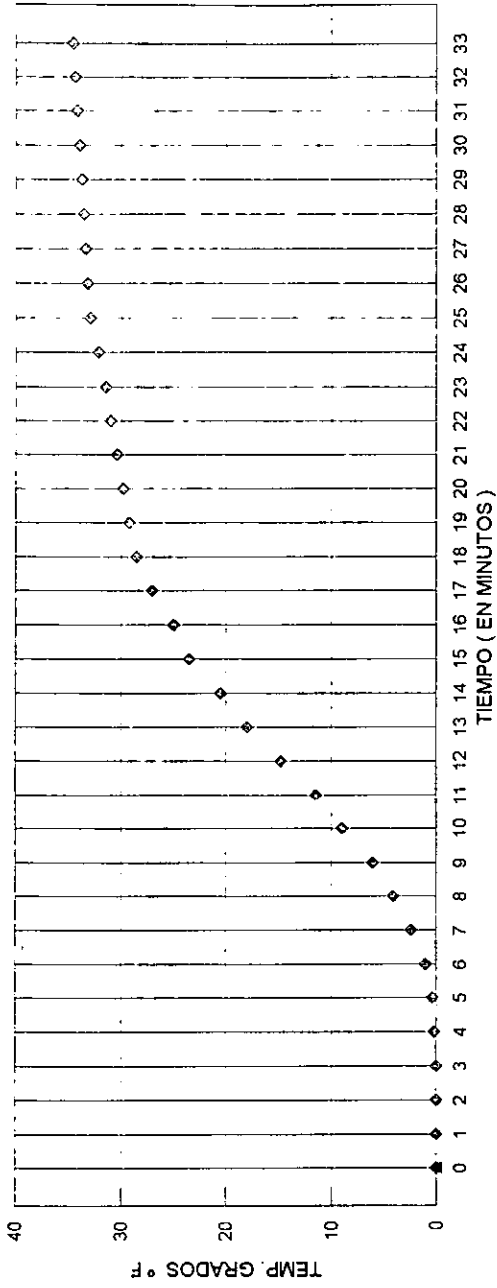


■ TC8 EC. TREAD SURF.    ◆ TC9 EC. BLAD. SURF.

MEDIDA P215/70R14



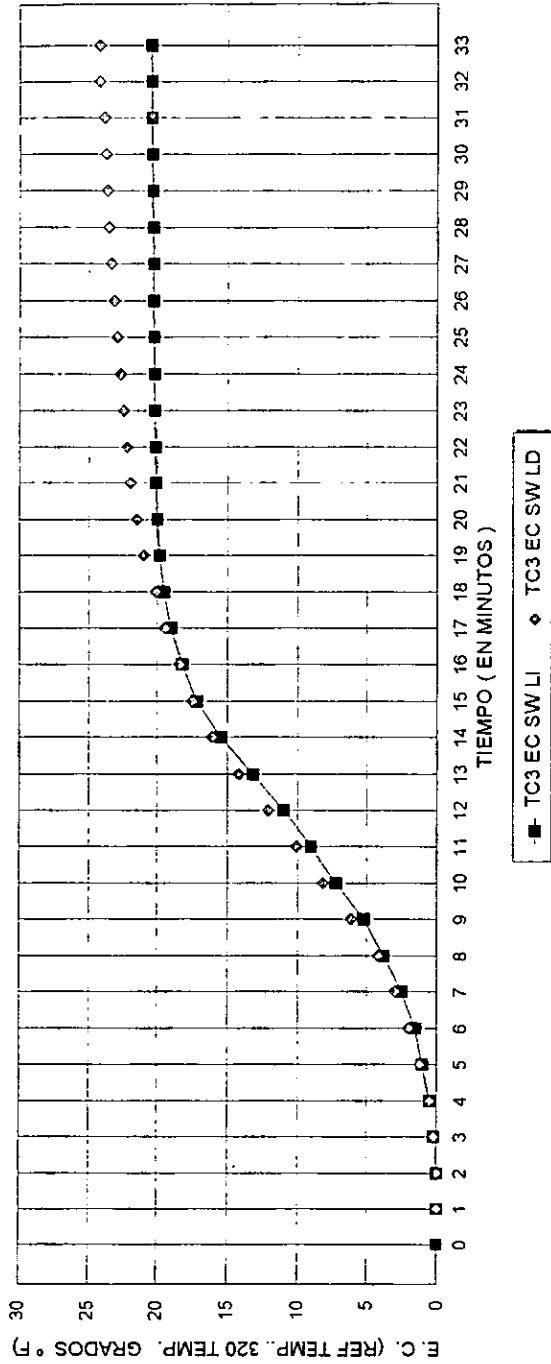
MEDIDA P215/70R14



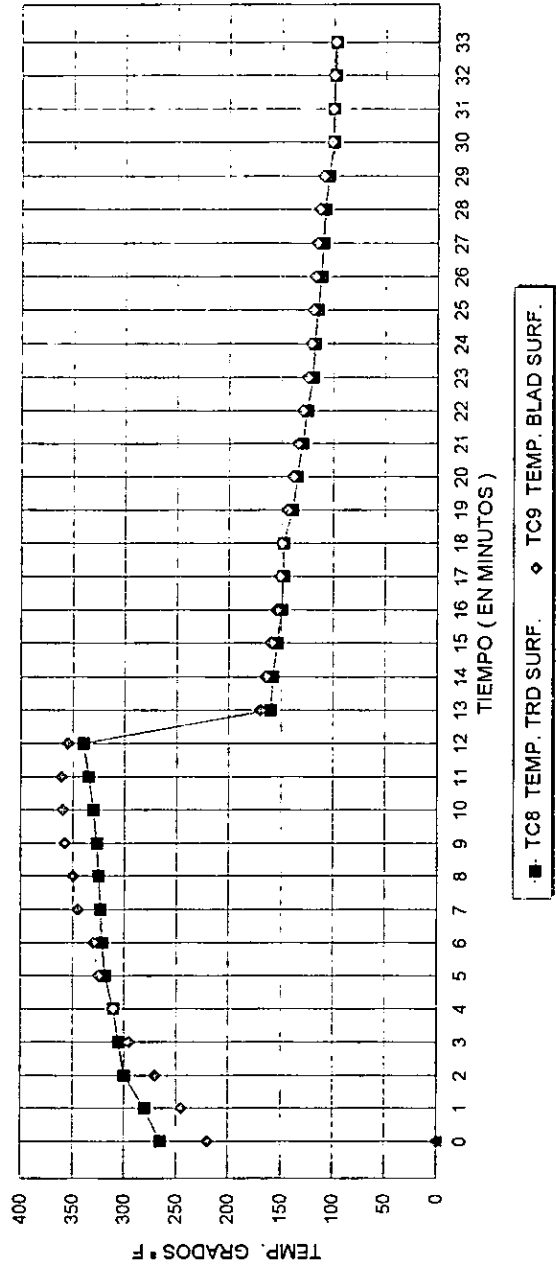
◆ TC2 TEMP B FILL LD



MEDIDA P215/70R14



MEDIDA P215/70R14



## CAPITULO IV

### PRUEBAS DE LABORATORIO.

El laboratorio es parte fundamental para la vulcanización de la llanta con la obtención de datos de propiedades mecánicas, todas ellas muy importantes para la formulación y mezclado correcto de un compuesto.

En este capítulo, se describe brevemente los diferentes métodos utilizados para medir las propiedades de los hules y compuestos de hule.

#### VISCOSIDAD MOONEY

El viscosímetro Mooney es un instrumento de control donde los hules sintéticos y naturales son calificados con unidades de Viscosidad Mooney, las cuáles están incluidas en sus especificaciones.

Durante el procesamiento de hule, éste es reconocido a temperaturas encontradas, típicamente están los rangos de temperatura 121 a 135 °C ; para determinar el tiempo de quemado que corresponde con la seguridad de su manejo.

Mu = Viscosidad mínima.

Ts = Tiempo de quemado a Mu + S unidades.

Tas = Tiempo de curado a Mu + 35 unidades

T1 = Índice de curado al cual es de Tas – Ts unidades de la carta de Mooney

Unidades Mooney contra tiempo de prueba.

#### ADHESIVIDAD

Las pruebas de adhesividad realizadas a los hules, son utilizados para medir la resistencia a la separación ó desgaste al estiramiento.

Hay diferentes tipos de prueba referida a la separación o entre las partes de hule, pruebas de adhesividad de hule a metales y materiales textiles. Los resultados obtenidos pueden ser expresados como la fuerza adquirida para el grado de separación entre las superficies adheridas.

## HISTERESIS

Generación de calor.

Esta prueba es usada para medir la generación de calor y resistencia de la muestra al deterioro con la temperatura lograda. Para éstas mediciones se utiliza el Flexómetro Goodrich y Firestone.

## ACONDICIONAMIENTO DE MEZCLADO

Es posible modificar ciertas características mecánicas, modificando el ciclo de mezclado en el banbury, o el orden de adición de los ingredientes cuando son mezclados en molinos.

Cuando el mezclado se lleva a cabo en un banbury, un factor determinante es la temperatura a la que se descarga la mezcla de la máquina, como ejemplo mencionaremos a continuación el mezclado de un compuesto de SBR frío, el cual fue descargado a diferentes temperaturas del banbury.

<i>PROPIEDADES MECÁNICAS</i>	<i>TEMPERATURAS DE DESCARGA.</i>		
Módulos a 300 % (PSI)	1190	1525	1630
Tensión (PSI)	3150	3150	3150
Durez Shore "A"	61	60	59
Rebote	57	58	59
Desgaste en Servicio	100	114	119

## MODULO 300 %

Es la tensión necesaria para hacer llegar un pedazo de hule a una longitud 300 % veces mayor que su tamaño original.

## REHOMETRIA

Las propiedades de la vulcanización se miden actualmente utilizando un instrumento denominado Rehometro de Disco Oscilatorio (ODR), el cual determina la respuesta mecánica de un compuesto de hule, a un esfuerzo oscilante como función del tiempo a una temperatura dada de curado.

La curva resultante (Rehometría) proporciona información muy valiosa sobre las propiedades de procesamiento y curado de un compuesto de hule.

En Rehometría, podemos apreciar las tres etapas principales de la vulcanización : Inducción o Scorch, Curado y Sobrecurado o Reversión. (ver gráfica pagina 47) .

De esta curva se pueden tomar los siguientes valores :

MH = Torque máximo

ML = Torque mínimo

Tx = Tiempo de inducción

Tc% = Tiempo de curado a x por ciento del torque máximo desarrollado.

Las curvas Reométricas son de importancia básica en el estudio de la vulcanización o control de la producción, porque proporciona un sistema de comparación de las propiedades de un compuesto de hule.

LABORATORIO P-4  
GEOMETRÍA  
MODELOS R-100, R-100S

COMPUESTO IFT 544  
FECHA DE MEZCLA 5-NOV-97.2:  
CARGAS 1-10 11-20

TIEMPO 6 min.  
TEMP. 191 °C  
ARCO: 1  
ESCALA 100

FECHA DE PRUEBA 5-NOV-97.2  
ANALISTA ALPI

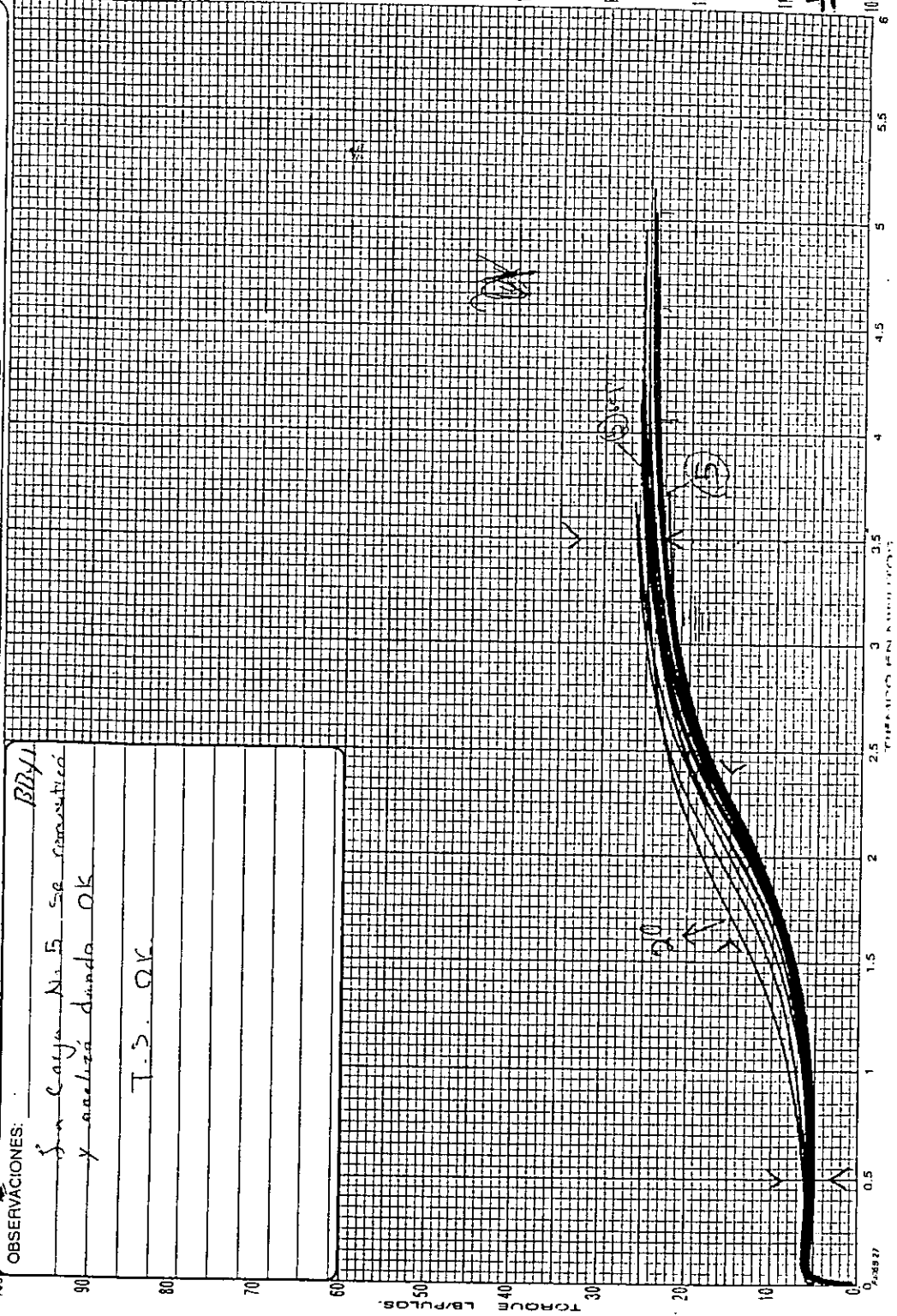
REÓMETRO No. 2

OBSERVACIONES:

BD41

sin Caja No. 5 se reanuda  
y se realiza dando OK

T-3 OK



## TENSIÓN (FUERZA TENSIL)

De manera muy semejante al Módulo, se obtiene en el Dinamómetro "Scott" siendo muy importante la calidad del producto mezclado, donde los ingredientes tienen gran influencia y modifican la fuerza tensil.

Son necesarios largos tiempos de vulcanización para obtener valores altos de fuerzas tensil en el producto.

## DUREZA

Esta propiedad es aplicada a los hules y puede ser definida como la resistencia al marcado, bajo condiciones en las cuales el hule no se pincha.

Esta muy relacionada con el Módulo y esta propiedad se incrementa con el aumento de cargas reforzantes y se ve disminuida con adiciones fuertes de plastificantes.

Se mide con el aparato "Shore", a la cual se le ha dado el nombre de Dureza "Shore A".

## RESULTADOS DE PRUEBAS DINÁMICAS.

### P215/70 R14

	<u>NOM</u>	<u>R/R</u>	<u>P/A</u>
COMPORTAMIENTO A LA CARGA EN Kgs.	2720	3520	3840
COMPORTAMIENTO A LA VELOCIDAD EN Kms.	352	690	424
RESISTENCIA DE LA CEJA AL DESMONTAJE EN Kn.	11.1	19.3	19.8
RESISTENCIA DE LA LLANTA A LA PENETRACIÓN EN JULS.	294	577	620

Donde R/R = RAYON-RAYON  
P/A = POLYESTER-ACERO

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO V

### COSTOS

Las condiciones cambiantes de la economía de nuestro país, están orientadas a generar una competencia agresiva entre toda la industria, lo cual provoca la tendencia a mejorar los niveles de calidad y costos de sus productos.

Esto es, la llanta sufre cambios constantes en sus mezclas y elementos que conforman la llanta, para ello pasa por una serie de pasos que ya hemos mencionado a lo largo de la tesis, como son pruebas de laboratorio, pruebas de termopares en vulcanización y pruebas dinámicas que avalan la funcionalidad de la llanta de servicio y la evaluación de costos, para que así se entregue al cliente final un producto que cumpla con las características de calidad y servicio a un buen precio y la empresa obtenga así una rentabilidad y permanencia en el mercado.

En seguida se muestra una tabla comparativa en porcentajes que muestran la participación en costo por elemento y servicios.

ELEMENTO	RAYON-RAYON	POLYESTER-ACERO
CAPAS	14.66	12.43
RELLENOS	11.30	11.03
ROZADERA	0.83	0.83
CEJAS	3.38	3.38
ESTABILIZADORES	22.43	19.01
COSTADO BLANCO	7.61	7.61
COSTADO NEGRO	9.06	9.06
BASE DE PISO	6.64	6.64
PISO	27.43	27.43
PESTAÑAS	2.58	2.58
<b>TOTAL</b>	<b>105.92</b>	<b>100.00</b>

Esto refleja un costo mayor del 5.92 % que se gastaba en la producción RAYON-RAYON, comparado con POLYESTER – ACERO por cada llanta.

Independientemente de las materias primas, de los compuestos, de los sistemas de vulcanización y de los diseños de llantas en particular, se requiere que la llanta tenga una influencia determinante en la vida y servicio de rendimiento.



## CONCLUSIONES

Las pruebas desarrolladas en llantas P215/70 R14 representadas con dos tipos de vulcanizaciones: VAPOR-VAPOR y VAPOR-AGUA CALIENTE.

Muestran como conclusión el ahorro en costo de materia prima y tiempo en cada ciclo de vulcanizado .

Que las pruebas de termopares forman el corazón de determinado proceso de llanta, ya que por medio de ellos se determina una gran importancia en el sistema de mezclado de materia prima y la optimización de calor que debe emplear la prensa de vulcanización, en la etapa de estado plástico a estado elástico del hule. Como se podrá observar, las prensas de vulcanización, además de ser donde se le da forma y diseño a la llanta por medio de sus moldes representan la fase importante para determinar el ahorro económico en el proceso.

El cambio de materia prima de RAYON-RAYON a POLYESTER-ACERO nos refleja un ahorro del 18 % además de obtenerse mejores rendimientos.

La llanta de construcción POLYESTER-ACERO, además de presentar un diseño menos robusto y proporcionar mayor confort en el servicio, tiene la capacidad de tener mayor resistencia a penetraciones en el área del piso por tener estabilizadores de acero.

## BIBLIOGRAFIA

- 1).- ASTM STANDARDS  
RUBBER; CARBON BLACK; GASKETS  
PART 28  
PUBLISHED BY THE AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND  
MATERIALS.  
1916 RACE ST., PHILADELPHIA, P.A. 19103
- 2).- G. ALLIGER AND I. J. SJOTHUN  
VULCANIZATION OF ELASTOMERS  
REINHOLD PUBLISHING CORPORATION, NEW YORK, 1964
- 3).- GRUPO HULERO MEXICANO  
MEMORIAS DEL CURSO  
CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL HULE  
PARTE I, 1988
- 4).- VULCANIZATION AND VULCANIZING AGENTS  
W. HOTMANN  
PARMERTON PUBLISHING Co., ING.  
NEW YORCK
- 5).- SAE HAND BOOK  
PUBLISHED BY SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, INC.,  
TWO PENNSYLVANIA, NEW YORCK, N.Y.  
10001
- 6).- TIRE TECHNOLOGY INTERNATIONAL 95  
THE ANUAL REVIEW OF TIRE MATERIALS AND TIRE  
MANUFACTURING TECNOLOGY
- 7).- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 1916  
RACE ST., PHILADELPHIA,  
P.A., 19103