

*Manual de Entrenamiento*

**Volumen 12**  
**Alineamiento de Ruedas y**  
**Neumaticos**  
**Etapa 2**

**TEAM**





# INTRODUCCION

Este Manual de Adiestramiento ha sido preparado para ser utilizado por los técnicos de los Concesionarios y Distribuidores de Toyota en Ultramar. Este Manual, Alineamiento de Ruedas y Neumáticos es el 12º volumen de una serie de 18 Manuales de Adiestramiento, los cuales constituyen el segundo nivel del Programa New \*TEAM de Toyota, el cual todos los técnicos deben dominar. Este Manual debe ser utilizado por el Instructor acompañado de la Guía de Instrucción.

Los títulos de los Manuales de Adiestramiento del Nivel 2 del New TEAM son los siguientes:

VOL	MANUALES DE ADIESTRAMIENTO
1	Motor a Gasolina
2	Sistema de Combustible
3	Sistema de Encendido
4	Sistema de Control de Emisiones
5	EFI (Inyección Electrónica de Combustible)
6	Motor Diesel
7	Embrague, Transeje y Transmisión Manual
8	Arbol de Transmisión, Diferencial, Arbol de Propulsión y Ejes
9	Transeje y Transmisión Automática

VOL	MANUALES DE ADIESTRAMIENTO
10	Sistema de Suspensión
11	Sistema de Dirección
12	Alineamiento de Ruedas y Neumáticos
13	Sistema de Frenos
14	Fundamentos de Electricidad
15	Sistema de Arranque
16	Sistema de Carga
17	Electricidad de la Carrocería
18	Calefactor y Sistema de Acondicionamiento del Aire

No es suficiente sólo "conocer" ó "entender", es necesario dominar cada tarea que se realice. Por esta razón, la teoría y la práctica han sido combinadas en este Manual de Adiestramiento. La parte superior de cada página está señalada con un símbolo  para indicar que es una página de teoría ó un símbolo  para indicar que es una página de práctica.

Este Manual de Adiestramiento contiene sólo los puntos principales a ser aprendidos, en lo concerniente a los procedimientos de reparación total referirse a los respectivos Manuales de Reparación para talleres.

Este Manual de Adiestramiento explica diversos mecanismos automotrices basados en el Toyota Corolla (Serie AE). Sin embargo, también se han presentado otros modelos para explicar mecanismos que no se encuentran en el Corolla. De esta manera, ha sido posible incluir explicaciones de los mecanismos más diversos.

Para todos aquellos mecanismos que no han sido incluidos en este Manual, referirse a los Manuales de Reparación del modelo pertinente y aplicar los conocimientos adquiridos a través del estudio del Manual de Adiestramiento para llevar a cabo el trabajo necesario.

Toda la información contenida en este Manual, es la más reciente hasta la fecha de publicación. No obstante, nos reservamos el derecho de hacer cambios sin previo aviso.

**TOYOTA MOTOR CORPORATION**


\*TEAM: TEAM significa "Educación Técnica para la Maestría Automotriz", el cual es un programa de adiestramiento dividido en tres niveles de acuerdo al nivel de conocimiento de los técnicos. Este programa hace posible que los técnicos, reciban de manera sistemática el adiestramiento apropiado a su nivel de conocimientos, el cual contribuirá a lograr la habilidad y eficiencia de técnicos experimentados en el menor tiempo posible.

# INDICE DE MATERIAS

Página

## ALINEAMIENTO DE RUEDAS

DESCRIPCION.....	1
INCLINACION DE LA RUEDA (CAMBER).....	2
INCLINACION DEL MUÑÓN DEL EJE (CASTER).....	6
INCLINACION DEL EJE DE LA DIRECCION.....	9
ANGULO DE CONVERGENCIA (CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA)....	12
RADIO DE GIRO (ANGULO DE RUEDA, ANGULO DE GIRO).....	13
SERVICIO DE ALINEAMIENTO DE RUEDAS.....	14
1. Generalidades.....	14
2. Dónde Medir y Precauciones concernientes al Manipu- leo de Probadores.....	14
3. Necesidad de la Inspección antes de la Medición del Alineamiento de las Ruedas.....	14
4. Importancia de la Regula- ción de la Holgura del Chasis a Tierra antes de Medir el Alineamiento....	15
5. Prueba de Carretera.....	15
6. Resultado de Mediciones y cómo Utilizarlos.....	16


 MEDICION DEL ALINEAMIENTO DE RUEDAS.....	23
Camber, Caster e Inclinación del Eje de Dirección.....	23
Angulo de Rueda.....	27
Angulo de Convergencia.....	28
Alineamiento de Ruedas Poste- riores.....	30

MEDICION DEL DESLIZAMIENTO LATERAL.....	31
--	----

## NEUMATICOS Y RUEDAS DE DISCO

INTRODUCCION.....	32
1. Neumáticos.....	32
2. Ruedas de Disco.....	39

Página

RENDIMIENTO DEL NEUMATICO.....	41
1. Resistencia de Bamboleo del Neumático.....	41
2. Generación de Calor de los Neumáticos.....	44
3. Rendimiento del Frenaje.....	45
4. Ruido del Patrón.....	45
5. Ondas Permanentes.....	46
6. Hidroplaneo (Acuaplaneo).....	46
7. Rendimiento de Virajes.....	48
8. Desgaste del Neumático.....	49
UNIFORMIDAD DEL NEUMATICO.....	50
1. Balanceo de la Rueda.....	50
2. Descentramiento.....	54
3. Uniformidad.....	56
LOCALIZACION DE AVERIAS.....	58
1. Desgaste Inusual.....	58
2. Vibraciones.....	63
3. Marcha Dura.....	67
4. Dirección Dura.....	67
5. El Vehículo tira a un lado du- rante la conducción normal....	68
 INSPECCION DEL DESCENTRAMIENTO Y BALANCEO DE LA RUEDA.....	69
Descentramiento.....	69
Balanceo de Rueda.....	72



# ALINEAMIENTO DE RUEDAS

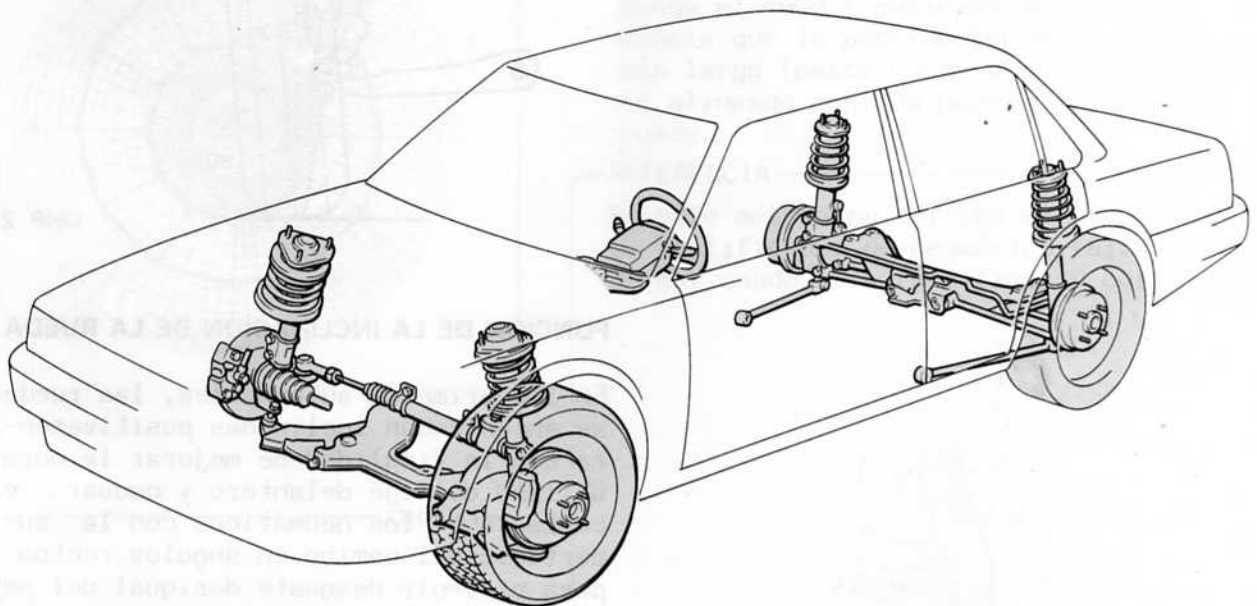
## DESCRIPCION

El conductor puede virar el automóvil hacia cualquier dirección que desee girando el volante de dirección. Sin embargo, si el conductor tiene que manipular continuamente el volante de dirección para conservar el vehículo en una línea recta cuando se viaja en un camino recto o si requiere consumir gran cantidad de energía para virar el vehículo en las curvas, el conductor estaría bajo una gran tensión física y mental.

Las ruedas son instaladas en la carrocería (o chasis) en ciertos ángulos de acuerdo con ciertos requerimientos para eliminar esos problemas, así como para prevenir el desgaste prematuro del neumático. Estos ángulos en combinación son llamados "alineamiento de ruedas".

La dirección es cómoda siempre y cuando las ruedas estén alineadas apropiadamente, debido a que el volante de dirección permanecerá en posición recta en caminos rectos con poca ayuda del conductor y requerirá poco esfuerzo para virar en las curvas - en otras palabras la dirección es fácil cuando todos los elementos que conforman la relación angular llamada "alineamiento de ruedas" son correctas. Pero, si aún algunos de estos elementos es incorrecto, los siguientes problemas pueden ocurrir:

- ① Dificil alineamiento
- ② Dirección inestable
- ③ Pobre recuperación en curvas
- ④ Corta vida del neumático





Los cinco factores que forman parte del alineamiento son:

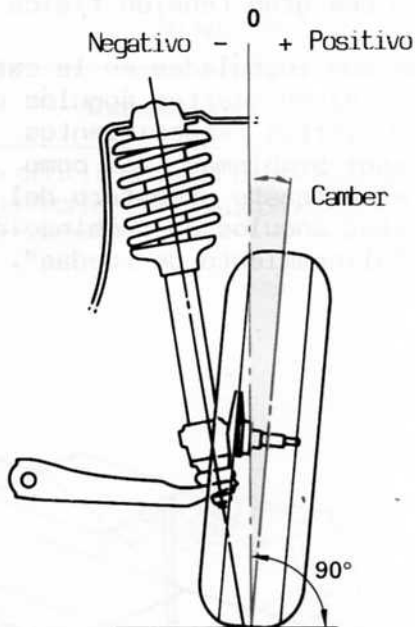
- ① Inclinación de la Rueda (Camber)
- ② Angulo de Inclinación del Muñón del Eje (Caster)
- ③ Inclinación del Eje de Dirección (Pivote)
- ④ Angulo de convergencia (Convergencia y Divergencia)
- ⑤ Radio de Giro (Angulo de Rueda, Angulo de Giro)

Los ángulos y dimensiones de estos elementos dependen del sistema de suspensión, sistema de dirección de la rueda (tracción posterior o tracción delantera, tracción e las dos ruedas o las cuatro ruedas) y sistema de dirección (manual o servo) empleados para el vehículo. Estos son establecidos para optimizar el rendimiento de manejo, estabilidad de dirección y durabilidad de las partes componentes.

## INCLINACION DE LA RUEDA (CAMBER)

Las ruedas delanteras del vehículo son instaladas con la parte superior inclinada hacia adentro o hacia afuera (esto puede ser mejor visto observando las ruedas directamente de frente).

Esto es llamado inclinación de la rueda y es medido en grados de inclinación de la vertical. Cuando la parte superior de la rueda se inclina hacia afuera, se la llama inclinación positiva de la rueda. Recíprocamente, la inclinación interior es llamada inclinación negativa de la rueda.



OHP 2

### FUNCION DE LA INCLINACION DE LA RUEDA

En los primeros automóviles, las ruedas se encontraban inclinadas positivamente con la finalidad de mejorar la durabilidad del eje delantero y causar el contacto de los neumáticos con la superficie del camino en ángulos rectos para prevenir desgaste desigual del neumático en caminos donde el centro es más alto que los extremos.



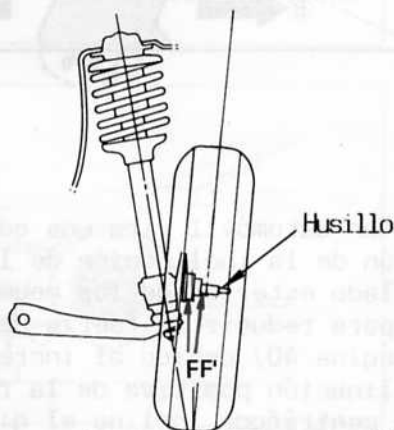
En los automóviles modernos, la suspensión y ejes son más fuertes que en el pasado y las superficies del camino son planas, en consecuencia es menor la necesidad de inclinación positiva de la rueda. Como resultado, los neumáticos son regulados más cerca al punto 0 de inclinación de la rueda (y hay algunos vehículos con inclinación de la rueda equivalente a 0). Algunos modelos tienen, sin embargo, inclinación de la rueda negativa, para mejorar el rendimiento en los viajes.

**INCLINACION POSITIVA DE LA RUEDA (CAMBER POSITIVO)**

Las funciones del camber positivo son:

**① Reducción de la Carga Vertical**

Si el camber fuere cero, la carga en el vástago se aplicará a la intersección de la línea central del neumático y el husillo como se indica con  $F'$  en la figura. Así sería más fácil que se cambiera el husillo o el muñón de dirección. Dando una inclinación positiva a la rueda, la carga se aplicaría al lado interior del husillo, como se muestra con  $F$  en la ilustración, reduciendo la fuerza que actúa en el husillo y muñón de dirección.

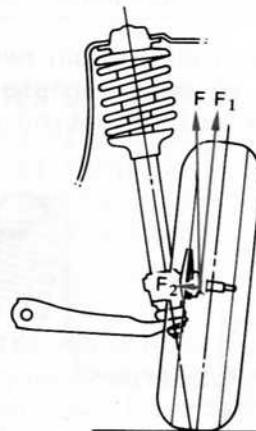


OHP 2

**② Prevención del Anti Patinaje de la Rueda**

La fuerza reactiva  $F$ , que es igual que la carga del vehículo, se aplica a la rueda perpendicularmente a la carretera.  $F$  se divide en la fuerza  $F_1$ , que es perpendicular al eje del husillo, y en la fuerza  $F_2$ , que es paralela al eje del husillo.

Por lo tanto,  $F_2$  fuerza la rueda hacia adentro, ayudando a evitar que patine y se salga del husillo. El cojinete interior de la rueda es más grande que el exterior para poder soportar esta carga.



OHP 2

**③ Prevención del Camber Negativo Involuntario debido a la Carga**

Cuando se aplica una carga al vehículo, las partes superiores de las ruedas tienden a inclinarse hacia adentro, debido a la deformación de los componentes de la suspensión y de los bujes relacionados. La inclinación positiva también ayuda a evitarlo.

**④ Reducción del Esfuerzo de la Dirección**

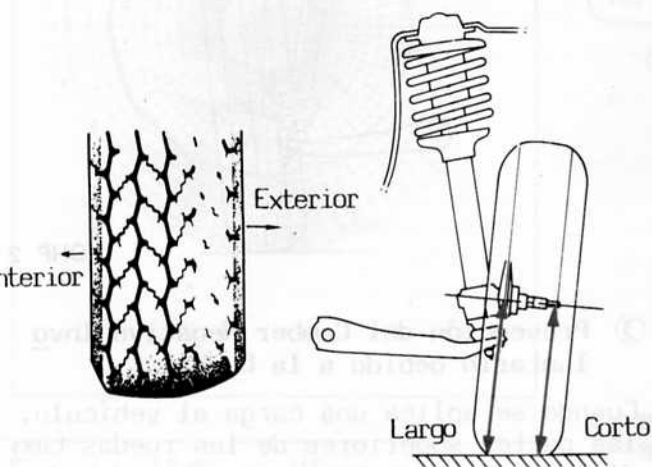
Está explicado en detalle en la sección de inclinación del eje de inclinación (ver página 10).



### CAMBER CERO

La principal razón para adoptar la inclinación cero de la rueda es que previene el desgaste desigual de los neumáticos. Si las ruedas tienen inclinación positiva, el lado exterior de los neumáticos gira como un radio menor que el lado interior del neumático. Sin embargo, debido a que la velocidad de rotación del neumático es la misma en ambos lados (interior y exterior), el lado exterior del neumático debe resbalar en el piso mientras espere que llegue la parte interior. Esto hace que el lado exterior del neumático se desgaste con mayor rapidez.

En el caso de inclinación negativa de la rueda, es el caso opuesto, donde el lado interior del neumático se gasta más rápido.



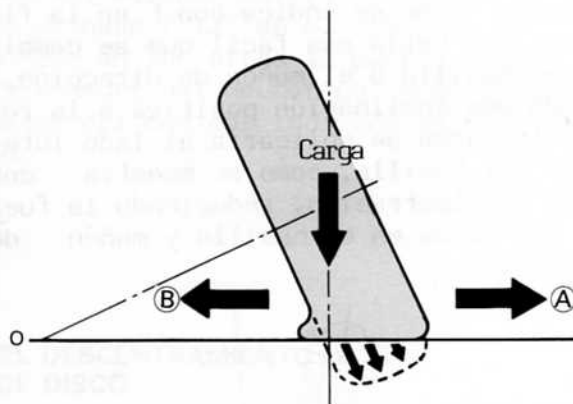
CAMBER POSITIVO

OHP 3

### CAMBER NEGATIVO

Cuando una carga vertical es aplicada a un neumático inclinado, el neumático tiende a moverse hacia abajo. Sin embargo, debido a que es bloqueado por la superficie del camino, la banda se deforma como se muestra en la figura de abajo. Al mismo tiempo, la elasticidad del neumático resiste esta deformación y en consecuencia actúa en contra de la superficie del camino en la dirección A. Como un resultado de la reacción en dirección A, el neumático rueda en dirección B.

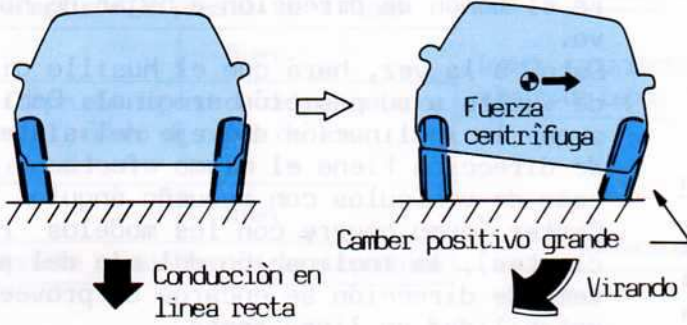
La fuerza que actúa en dirección B es llamada "tracción de la inclinación de la rueda". La tracción de la inclinación de la rueda aumenta con el incremento de la inclinación del neumático en relación a la superficie del camino (inclinación de la rueda relativa al camino), así como con incrementos en la carga.



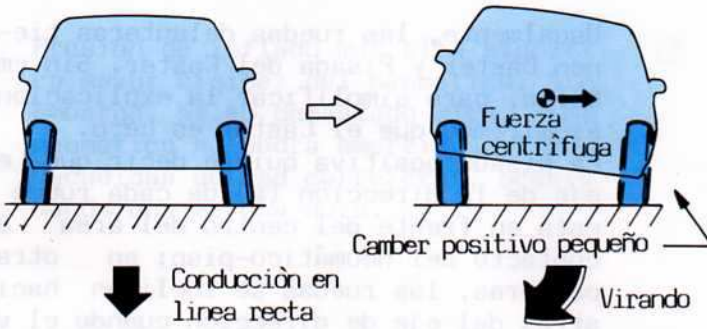
OHP 4

Cuando un automóvil vira una esquina, la tracción de la inclinación de la rueda, en el lado exterior de los neumáticos actúa para reducir la fuerza de viraje (ver página 40) debido al incremento en la inclinación positiva de la rueda. La fuerza centrífuga inclina el giro del vehículo, debido a la acción de los muelles de suspensión, cambiando la inclinación de la rueda.

Algunos modelos de vehículos toman ventaja de este efecto y añaden una ligera inclinación negativa a la rueda para conducir hacia adelante sin inclinaciones cuando la inclinación positiva de la rueda se reduzca durante el giro, reduciendo la tracción de inclinación de la rueda y ofreciendo suficiente fuerza de viraje para el giro.

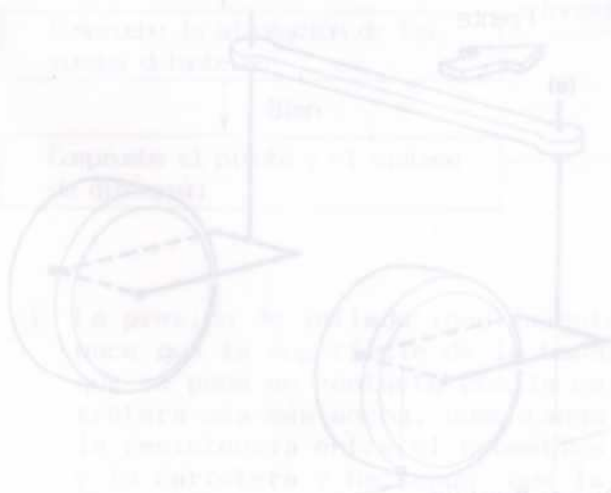


**CAMBER POSITIVO**



**CAMBER NEGATIVO**

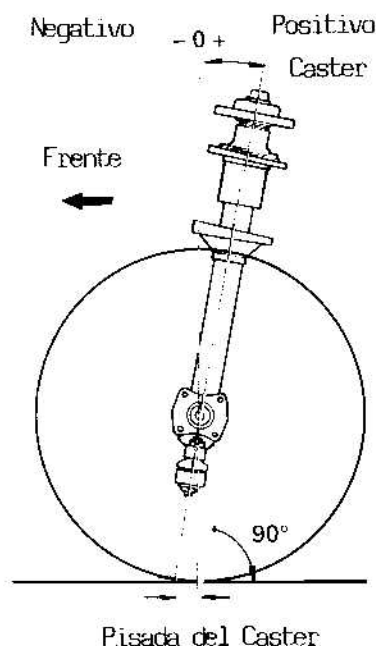
OHP 4





## CASTER Y PISADA DEL CASTER

Caster es la inclinación hacia adelante y hacia atrás del eje del sistema de dirección. El caster es medido en grados desde el eje de dirección con relación a una línea vertical vista lateralmente. La inclinación hacia atrás desde la línea vertical se llama caster positivo, mientras que la inclinación hacia adelante es denominada Caster Negativo. La distancia desde la intersección de la línea del centro del eje del sistema de dirección con el piso al centro del área de contacto neumático - piso es llamada pisada del caster.



OHP 5

### FUNCION DEL CASTER

#### ESTABILIDAD EN LINEA RECTA DEBIDO AL ANGULO DEL CASTER

Si las ruedas de un vehículo son giradas hacia la izquierda teniendo caster positivo, el husillo izquierdo tenderá a bajar (esto es porque rota sobre el eje del sistema de dirección el cual está inclinado).

Sin embargo, debido a que el husillo no puede moverse hacia abajo, porque está fijo a la rueda ensamblada y porque la presencia del camino no se lo permite. El muñón de dirección izquierdo es forzado a moverse hacia arriba. Esto produce un ligero levantamiento en el cuerpo

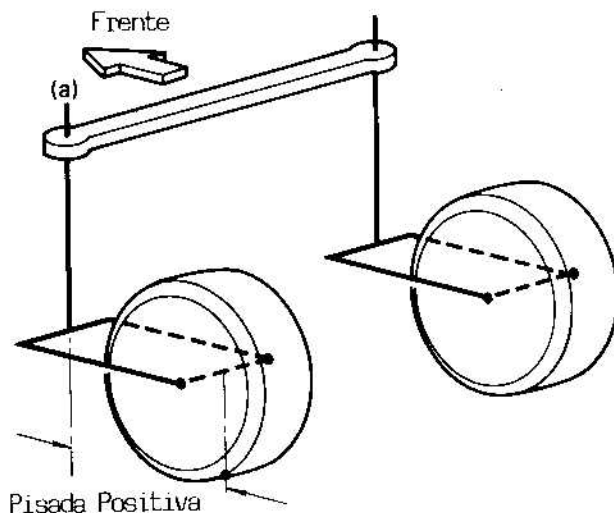
del vehículo. Después que el giro es terminado y el volante de dirección es solto, el peso del cuerpo levantado forzará el muñón de dirección a bajar de nuevo.

Esto, a la vez, hará que el husillo gire de vuelta a su posición original. Debido a que la inclinación del eje del sistema de dirección tiene el mismo efecto en el caso de vehículos con pequeño ángulo de Caster (como ocurre con los modelos recientes), la inclinación del eje del sistema de dirección se encarga de proveer estabilidad en línea recta.

#### RECUPERACION DEL NEUMATICO DEBIDO A LA PISADA DEL CASTER

Usualmente, las ruedas delanteras tienen Caster y Pisada del Caster. Sin embargo, para simplificar la explicación asumiremos que el Caster es cero.

La pisada positiva quiere decir que el eje de la dirección (a) de cada rueda está en frente del centro del área de contacto del neumático-piso; en otras palabras, las ruedas se inclinan hacia atrás del eje de dirección cuando el vehículo se mueve hacia adelante, de la misma manera que los Casters de un piano o de la camilla rodante de un mecánico se inclinan hacia atrás de la línea central de los ejes de giro de los Casters.



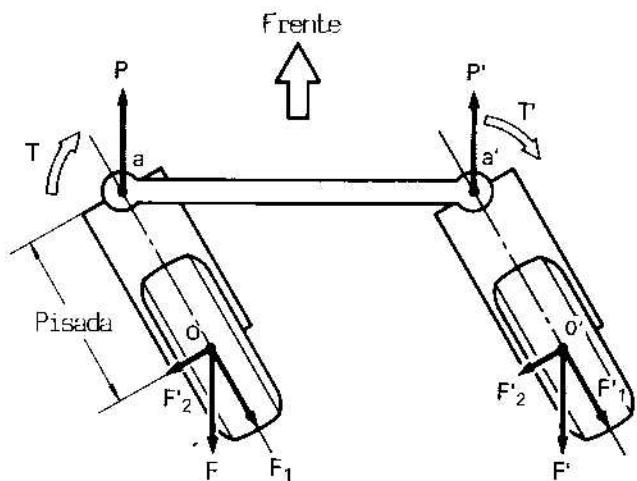
OHP 5



El caster positivo también contribuye a la recuperación de la rueda después de girar. Esto ocurre por las razones que explicaremos a continuación pero en forma muy breve, esta recuperación se debe a los momentos (ver referencia página 10) creados alrededor de los ejes del sistema de dirección a-a' cuando las ruedas son giradas.

Cuando las ruedas son giradas hacia la izquierda, las fuerzas P y P' actúan en los puntos a a', y la resistencia a la rodadura del neumático actúa en los centros de las áreas de contacto neumático-pista O y O' como las fuerzas de reacción F y F' (respectivamente) actúan en contra de la fuerza motora.

La fuerza de reacción F se descompone en las fuerzas F1 y F2, y la fuerza de reacción F' se descompone en las fuerzas F1' y F2'. Las fuerzas componentes F2 y F2' actúan como momentos I y I', tratando de que las ruedas roten en el sentido de las agujas del reloj alrededor de a y a'. Estas fuerzas actúan como fuerzas de recuperación de las ruedas.



OHP 5

- P, P' : Fuerza motora
- a, a' : Eje dirección
- O, O' : Centro de área contacto neumático-piso
- F, F' : Fuerza reactiva
- F1, F2 : Componentes Fuerza F
- F'2, F'1 : Componentes Fuerza F'

REFERENCIA

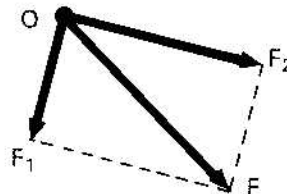
Toda fuerza puede ser representada en 3 componentes: magnitud (tamaño), dirección y punto de acción (por ejemplo, el punto sobre el cual la fuerza actúa). Como se ve en el diagrama a continuación, si una línea recta es dibujada desde el punto A (el punto de acción) en la dirección de la fuerza, el tamaño de la línea A-B representa la magnitud de la fuerza. La dirección de la fuerza es mostrada por la flecha.

El siguiente diagrama, entonces nos dice que una fuerza con magnitud de cinco unidades (por ejemplo, 5 kg) actúa en el punto A en dirección A-B:



Si dos fuerzas actúan en un objeto, es conveniente introducir una tercera fuerza que puede ser considerada como la combinación de las dos primeras fuerzas.

Para encontrar la fuerza resultante crea da cuando las dos fuerzas F1 y F2 actúan en el mismo punto (O) desde direcciones diferentes, dibujar un paralelogramo de manera que la línea O-F1, sea uno de sus lados y O-F2 otro; la línea que va del punto O a la intersección de estas dos líneas (punto F en el diagrama a continuación) muestra la dirección de la fuerza compuesta F. La magnitud de esta fuerza se obtiene de la longitud de la línea O-F.



Esta relación puede ser invertida y usada para transformar una fuerza en dos fuerzas componentes. Esto es realizado dibujando un paralelogramo en la línea O-F, donde los dos lados del paralelogramo (O-F1 y F2) representarán los dos componentes de la Fuerza F.



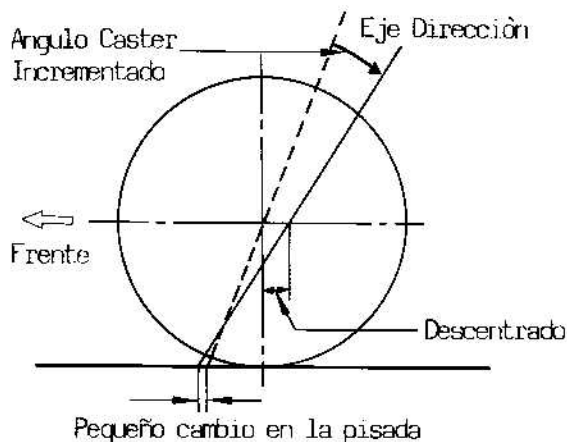
REFERENCIA

CASTER EN TOYOTAS RECIENTES

Geometría Vorlauf\*

Generalmente, la estabilidad en línea recta se mejora aumentando el ángulo de Caster. Sin embargo, esto también incrementa la pisada del caster y requiere un mayor esfuerzo del sistema de dirección. La geometría Vorlauf descentra el eje del sistema de dirección de manera que sea localizado detrás del centro de la rueda, haciendo posible incrementar el ángulo de caster sin aumentar la pisada de caster.

En el Cressida (Serie MX83), proporcionando un ángulo de caster de  $7^{\circ}20'$ , la estabilidad en línea recta aumenta más aún, la pisada del caster es mantenida en un valor bajo, asegurando un adecuado esfuerzo del sistema de dirección. Esta geometría también es utilizada en el Lexus LS 400 (serie UCF10) y el Celica (serie ST184).



\* En Alemán, significa "correr delante"



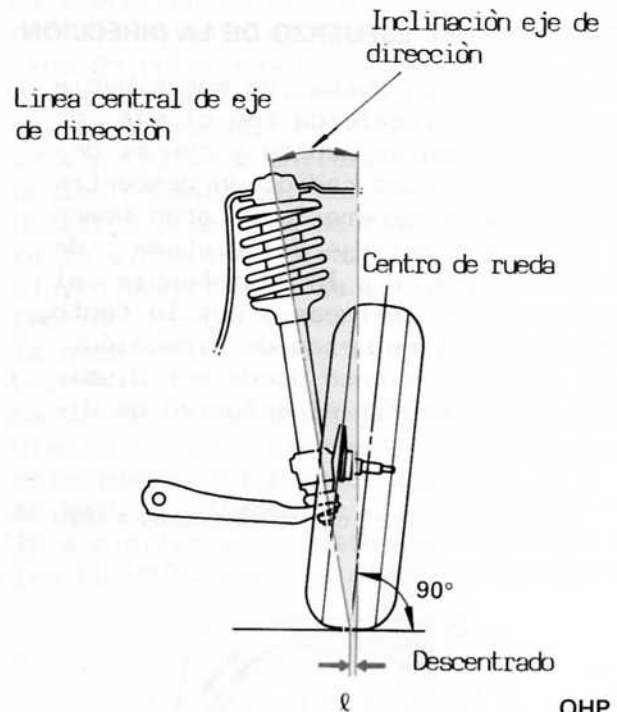
## INCLINACION DEL EJE DE DIRECCION

El eje alrededor del cual la rueda rota cuando gira hacia la derecha o la izquierda se denomina eje de direcciòn. Este eje se encuentra dibujando una linea imaginaria entre la parte alta del soporte superior del amortiguador y la junta esfèrica del brazo de suspensiòn interior (en el caso de suspensiones de tipo de tirante).

La linea es inclinada hacia adentro viendo desde la parte frontal del vehìculo y es llamado el eje de inclinaciòn del sistema de direcciòn o àngulo "de pivote de direcciòn".

Este àngulo es medido en grados.

La distancia "e" desde la intersecciòn del eje del sistema de direcciòn con el piso a la intersecciòn de la linea central de la rueda con el piso es llamado el àngulo de desviaciòn.



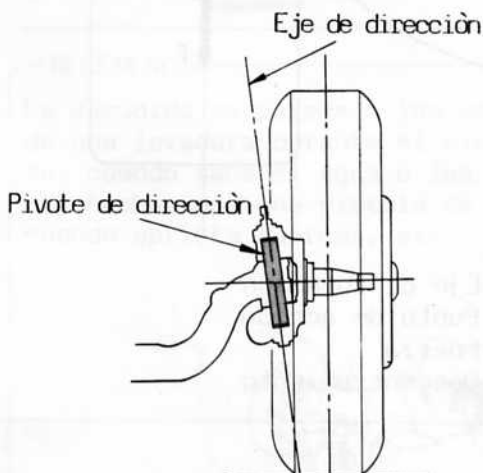
OHP 6

### REFERENCIA

#### Tipos de Suspensiòn y Eje de Direcciòn

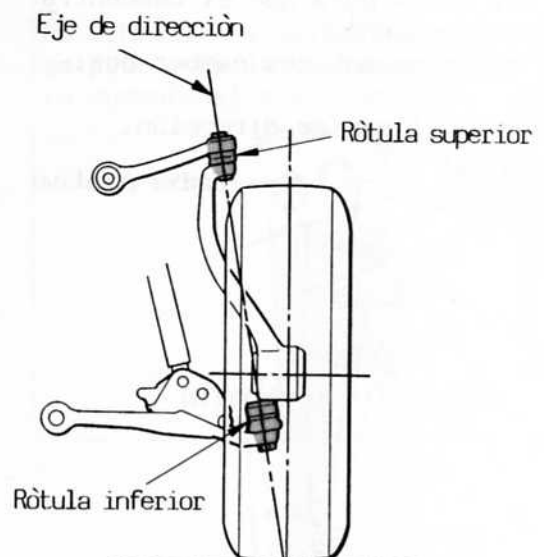
##### ① Tipo de Eje Rìgido

Con las suspensiones de tipo de eje rìgido una parte llamada "pivote de direcciòn" es incluida a cada extremo del eje. El eje del "pivote de direcciòn" es equivalente al eje de direcciòn de otros tipos de suspensiòn.



##### ② Tipo de Horquilla Doble

En el caso de suspensiòn de horquilla doble, la linea que conecta la articulaciòn superior y la inferior forman el eje de direcciòn.



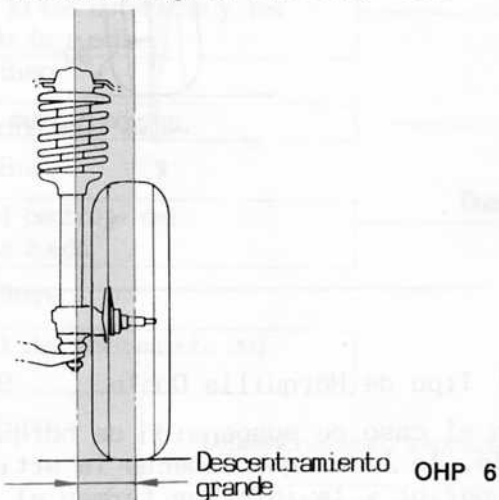


## FUNCION DE LA INCLINACION DEL EJE DE DIRECCION

### REDUCCION DEL ESFUERZO DE LA DIRECCION

Debido a que la rueda se mueve hacia la derecha e izquierda con el eje de dirección como su centro y con el descentramiento como radio, un descentramiento grande generaría un gran momento alrededor del eje del sistema de dirección debido a la resistencia al rodamiento de la rueda y por lo tanto, aumentaría el esfuerzo de dirección. Este descentramiento puede ser disminuido para reducir el esfuerzo de dirección.

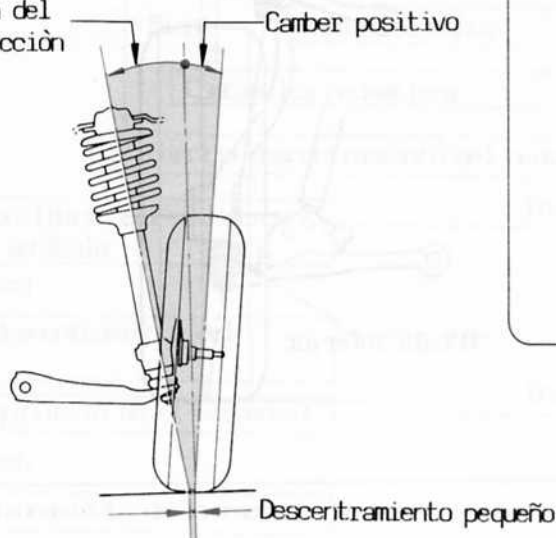
- . Camber = cero
- . Inclinación del eje de dirección = cero



Cualquiera de los métodos siguientes puede ser usado para que el descentramiento sea pequeño.

- ① Dar a los neumáticos camber positivo.
- ② Inclinarse el eje de dirección.

Inclinación del eje de dirección



### REFERENCIA

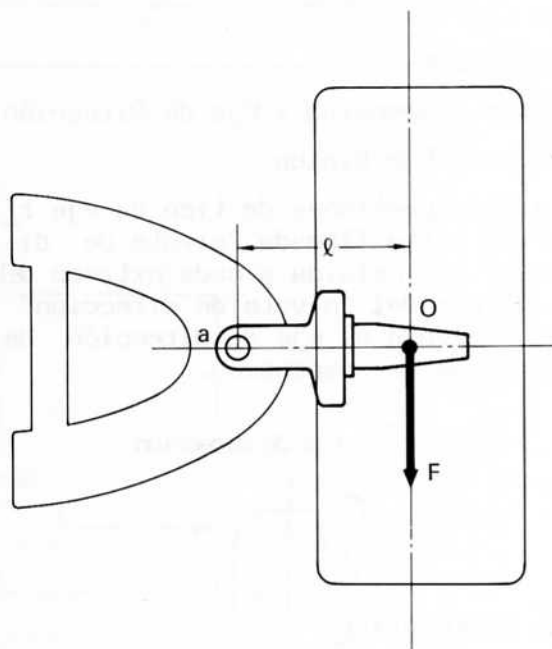
Momento - o más específicamente, momento de fuerza - es la tendencia de una fuerza de inducir a un objeto a rotar sobre su eje. El momento  $T$  es expresado como el producto de la fuerza  $F$  actuando sobre un objeto, las veces de la distancia  $\ell$ , que es la distancia entre el eje de rotación ( $a$ ) y el punto de acción ( $O$ ) de la fuerza:

$$T = F \times \ell$$

En un automóvil, el punto de acción  $O$  se encuentran en el husillo, mientras que el eje de rotación ( $a$ ) es el punto en el muñón de la dirección alrededor de los pivotes del husillo.

La distancia  $\ell$  es denominada descentramiento.

Asumiendo que una fuerza constante  $F$  actúa en el punto  $O$ , el momento actuando en el punto ( $a$ ) crecerá en proporción menor a la disminución de la distancia  $\ell$ . Esto quiere decir que el esfuerzo de dirección puede ser reducido reduciendo el descentramiento.



- a: Eje de rotación
- O: Punto de acción
- F: Fuerza
- $\ell$ : Descentramiento



## REDUCCION DEL RETROCESO Y MOVIMIENTO HACIA UN LADO

Si el descentramiento es muy grande, las fuerzas de reacción actuando en las ruedas durante el manejo ò frenado generaràn un momento alrededor del eje de dirección, causando que la rueda se mueva hacia un lado donde la fuerza reactiva es mayor. (Tambièn cualquier impacto del camino aplicado a una rueda causará sacudidas ò retroceso). Este momento es proporcional al tamaño del descentramiento. A medida que el descentramiento se acerca a cero, menos momento se genera alrededor del eje del sistema de dirección cuando una fuerza es aplicada a la rueda, siendo el volante de dirección menos influenciado por el frenaje ò el contacto con el camino.

## MEJORANDO LA ESTABILIDAD EN LINEA RECTA

Como fuè explicado anteriormente (ver "Estabilidad en Línea Recta debido al Angulo Caster", página 6), la inclinación del eje de dirección causa que las ruedas regresen automáticamente a la posición inicial recta después de que se termina el proceso de giro.

### REFERENCIA

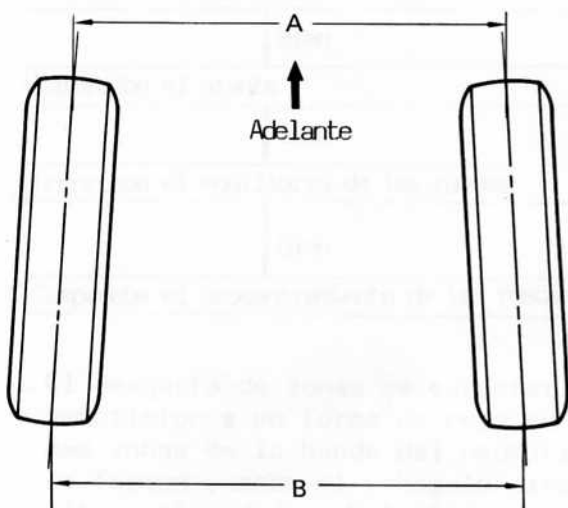
En vehículos con el motor en el frente y con tracción delantera, el descentramiento es generalmente pequeño (cero ò negativo) para prevenir la transmisión de impacto al volante de dirección generado durante el frenaje ò choque de un obstáculo, y para minimizar el momento creado alrededor del eje de dirección por la fuerza de manejo en el momento de arranque rápido ò aceleración.



## ANGULO DE CONVERGENCIA (CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA)

Cuando las partes delanteras de las ruedas están más cerca que las partes traseras (viéndolo desde arriba) se denomina convergencia. La situación opuesta se denomina divergencia.

El ángulo de convergencia propiamente es denotado por la distancia (B-A).



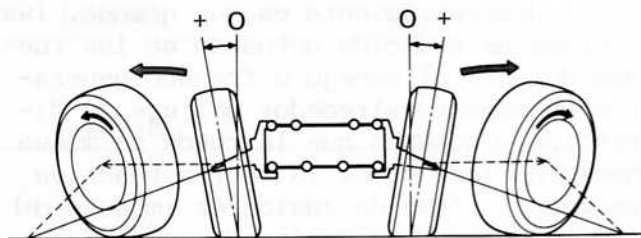
Convergencia :  $A < B$   
 Divergencia :  $A > B$

OHP 7

### FUNCION DEL ANGULO DE CONVERGENCIA

La función principal del ángulo de convergencia es suprimir el empuje del camber generado cuando éste se aplica. Cuando a las ruedas delanteras se les da camber positivo, se produce una inclinación hacia afuera en la parte superior. Esto hace que intenten rodar hacia afuera a medida que el vehículo avanza y en consecuencia que patinen. Esto desgasta los neumáticos.

En consecuencia, se provee a las ruedas delanteras con la convergencia para evitar la cancelación del rodamiento hacia afuera debido al camber.



OHP 7

Como el camber es mínimo en los vehículos más recientes, el valor del ángulo de convergencia también decrece (algunos vehículos tienen cero de ángulo de convergencia).

#### REFERENCIA

- Tipo de Neumáticos y Angulo de Convergencia  
 El ángulo de convergencia dado a los neumáticos al sesgo se diferencian del dado a los neumáticos radiales aún cuando el camber es el mismo. Esto ocurre porque como la banda y el hombro de un neumático al sesgo están sujetos a una deformación mayor que los neumáticos radiales, las de tipo al sesgo producen mayor empuje de camber. Por eso, a los neumáticos al sesgo se les da mayor ángulo de convergencia que a los neumáticos radiales.
- Rigidez de Suspensión y Angulo de Convergencia  
 Durante el manejo, fuerza de diferentes direcciones son reunidas para sostener la suspensión, con el resultado que los neumáticos tienden a divergir. Para prevenir esto a algunos vehículos se les proporciona una pequeña convergencia aún cuando el camber sea cero.

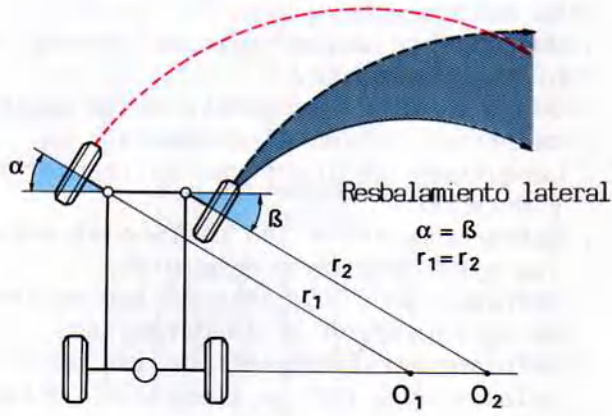




# RADIO DE GIRO (ANGULO DE LA RUEDA, ANGULO DE GIRO)

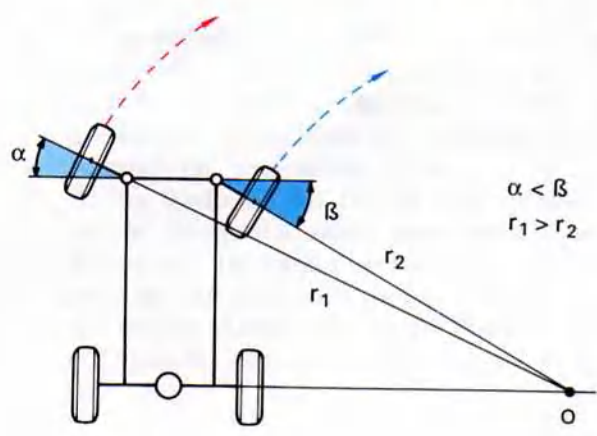
Si las ruedas delanteras izquierda y de recha giraran exactamente la misma cantidad (es decir, si los ángulos de dirección izquierdo y derecho fueran iguales) tendrían el mismo radio de giro ( $r_1 = r_2$ ), pero cada rueda giraría en torno a un centro diferente ( $O_1$  y  $O_2$ ). El giro uniforme sería entonces imposible debido al patinaje lateral de los neumáticos.

El resultado es que, aunque la presión de aire en cada rueda sea igual y aunque los otros factores de alineamiento puedan ser corregidos, los neumáticos sufrirán desgaste inusual.



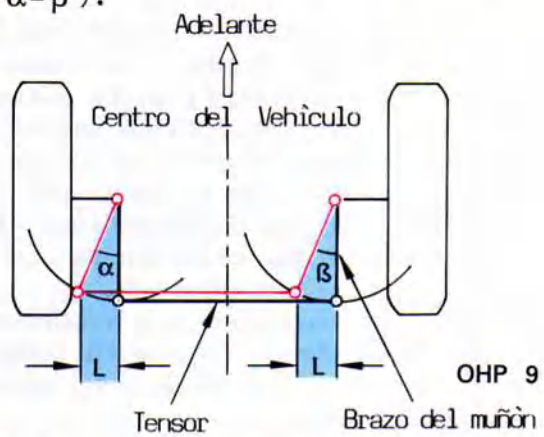
OHP 8

En un vehículo actual, las articulaciones del sistema de dirección son modificadas de tal manera que los ángulos apropiados de la dirección de las ruedas derecha e izquierda se logren. La ilustración anterior, de manera que  $\alpha > \beta$  para llevar a cabo los radios de giro deseados.



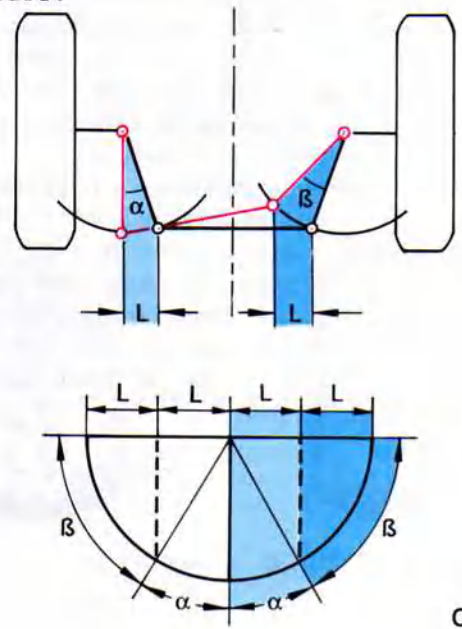
OHP 8

Por ejemplo, en el tipo de sistema de dirección que los tensores están colocados detrás del husillo, si los brazos de articulación derecha e izquierdo están montados de manera paralela a la línea central del vehículo, como se ve en la figura siguiente, los ángulos de dirección derecha e izquierdo serán iguales ( $\alpha = \beta$ ).



OHP 9

Sin embargo, si los brazos del muñón están inclinados con respecto a la línea central del vehículo, como se ve en la figura siguiente, se puede crear una variación entre los ángulos de dirección derecha e izquierda con respecto al movimiento "L" de los tensores. Esto permitirá que las ruedas delanteras obtengan ángulos de dirección individuales para llevar a cabo los radios de giro deseados.



OHP 9

## SERVICIO DE ALINEACION DE RUEDAS

La frecuente inspección y corrección de la alineación de las ruedas no es generalmente necesaria bajo condiciones normales de uso. Sin embargo, si los neumáticos se desgastan sin uniformidad, si la dirección es inestable o si la suspensión se ha tenido que reparar debido a un accidente, debe inspeccionarse y corregirse la alineación de las ruedas.

### 1. GENERALIDADES

Si deben alinearse correctamente las ruedas la alineación debe realizarse de forma correcta y precisa. La alineación de las ruedas trae consigo varios puntos, tales como la inclinación de las ruedas (camber), de la punta del eje (caster), del eje de dirección, etc. y cada una está muy relacionada con la otra.

Al efectuar la inspección y corrección, es necesario tener en cuenta todos estos puntos y el hecho de como están relacionados entre sí.

### 2. DONDE MEDIR Y PRECAUCIONES EN RELACION CON LA MANIPULACION DE PROBADORES

Recientemente, un gran número de nuevos modelos de probadores de alineamiento han comenzado a ser usados, entonces es natural que se quiera aprender el método correcto de manipulación de cada uno. Es necesario precisar que los probadores de alta precisión pueden ser muy complejos en su modo de funcionamiento y pueden ocurrir errores sin darse cuenta. Por eso, el mantenimiento de los probadores debe hacerse continuamente para asegurar que sean confiables.

Siempre se debe comprobar el alineamiento de las ruedas cuando el vehículo está estacionado en un área plana. Esto es necesario porque, a pesar de la exactitud del probador de alineamiento, valores correctos no pueden ser obtenidos si la superficie donde se realiza la prueba no es plana.

### 3. NECESIDAD DE INSPECCION ANTES DE LA MEDICION DEL ALINEAMIENTO DE RUEDAS

Antes de medir la alineación de las ruedas, debe revisarse cada parte que puede afectar la alineación, y deben realizarse las correcciones apropiadas. La correcta ejecución de esta operación preparatoria dará los valores correctos. Los puntos a comprobarse antes de realizar la medición de la alineación de las ruedas son:

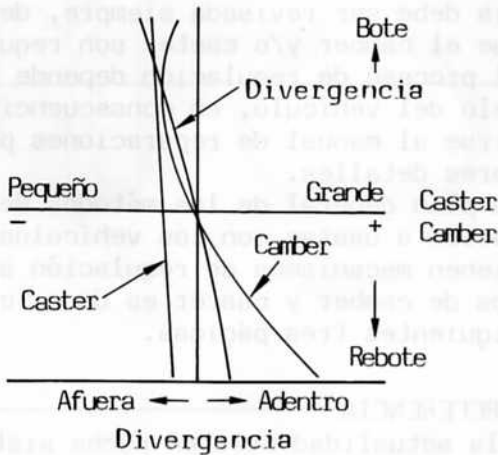
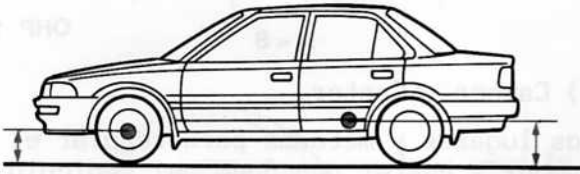
- . Presión de inflado de los neumáticos (condiciones normales).
- . Desgaste muy desigual de los neumáticos o diferentes tamaños.
- . Descentramiento del neumático (radial y frontal).
- . Juego libre de la junta esférica debido al desgaste.
- . Juego libre del extremo del tensor debido al desgaste.
- . Juego libre del cojinete de la rueda delantera debido al desgaste.
- . Longitudes de los tirantes izquierdo y derecho.
- . Diferencia entre las distancias entre los ejes derecho e izquierdo.
- . Deformación o desgaste de las partes de articulación de la dirección.
- . Deformación o desgaste de las partes relacionadas con la suspensión delantera.
- . Inclinación lateral de la carrocería (holgura entre el chasis y el piso).





#### 4. IMPORTANCIA DE LAS REGULACIONES DE LA HOLGURA DEL CHASIS AL PISO DURANTE LA MEDICION DE ALINEACION

En automòviles con suspensiòn delantera tipo independiente, los valores de alineaciòn de las ruedas, tales como la inclinaciòn de las ruedas y de la punta del eje, varían dependiendo de la carga debido a los cambios de holgura del chasis al piso. A menos que se especifique lo contrario, los valores de alineaciòn de las ruedas dados en el manual de reparaciones, etc. son los valores especificados para la holgura del chasis al piso del automòvil cuando el vehìculo no està cargado.



OHP 10

#### 5. PRUEBA DE CARRETERA

Despuès de haber ajustado el eje delantero, la suspensiòn, direcciòn y/o la alineaciòn de las ruedas delanteras, lleve a cabo las pruebas de circulaciòn siguientes para comprobar los resultados de los ajustes.

##### CONDICION EN LINEA RECTA

- ① El volante de direcciòn debe estar en la posiciòn correcta durante la marcha en linea recta.
- ② Cuando se circula por una carretera plana, el automòvil debe correr recto sin ladearse hacia la izquierda ni derecha.
- ③ No debe ocurrir bamboleo excesivo a ninguna velocidad.

##### GIROS

El volante de direcciòn debe girar con facilidad en ambas direcciones y debe volver con rapidez y suavidad a la posiciòn neutra al soltarlo.

##### FRENAJE

El volante de direcciòn no debe tirar hacia ningùn lado cuando se frena el vehìculo en una carretera plana y uniforme.

##### COMPROBACION DE RUIDO ANORMAL

No debe oirse ningùn ruido anormal durante la circulaciòn de prueba. Ademàs, los mecanismos de la direcciòn y de la suspensiòn no deben ponerse en contacto con el chasis ni carrocerìa cuando se gira completamente el volante de direcciòn.



## 6. RESULTADOS DE MEDICION Y COMO USARLOS

### ANALISIS DE RESULTADOS DE MEDICION

Comparar los resultados medidos de cada factor con los valores estándares establecidos para cada modelo y decidir si los resultados son buenos o malos. Si los valores medidos son distintos a los estándares, es necesaria una corrección.

### METODOS DE CORRECCION

En el caso de factores para los cuales hay mecanismos de regulación, corregir usando dichos mecanismos.

En el caso de los factores para los cuales no hay mecanismos de regulación, como la inclinación del eje de dirección, hallar la parte que falla, luego reemplazarla o repararla.

Sin embargo, inclusive en el caso de factores con mecanismo de regulación, si el error excede el límite del mecanismo de ajuste, la parte que falla debe ser encontrada y reemplazada o reparada.

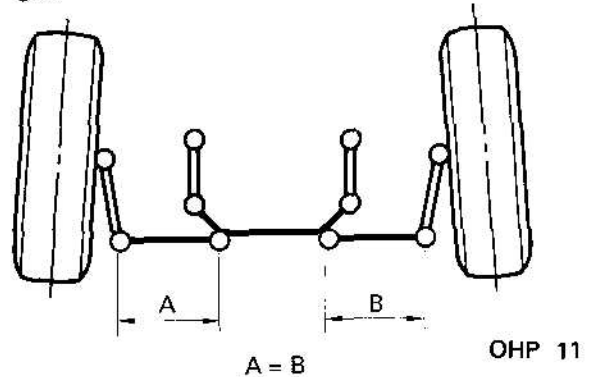
#### ① Alineamiento del Neumático Delantero

##### 1) Angulo de Convergencia

Para regular la convergencia, cambiar la longitud del tensor conectando los brazos del muñón de la dirección.

- (1) En el tipo en que el tensor está detrás del husillo al aumentar la longitud del tensor aumenta la convergencia. En el tipo en que el tensor está adelante del husillo, al aumentar la longitud del tensor aumenta la divergencia.

- (2) En el tipo de doble tensor, la regulación de la convergencia se realiza por las longitudes de los tensores derecho e izquierdo idénticos. Si estas longitudes son diferentes, aún regulando correctamente la convergencia traerá consigo una regulación incorrecta del ángulo de giro.



##### 2) Camber y Caster

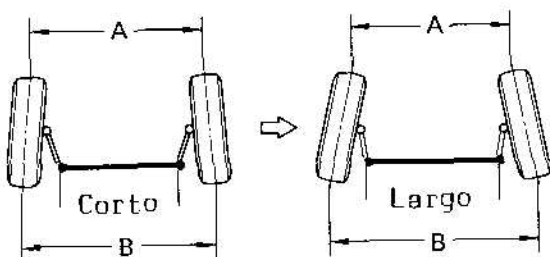
Los lugares y métodos para regular el camber y caster dependen del vehículo y los tipos de suspensión. La regulación del camber y caster es realizada separada o simultáneamente, dependiendo del sistema de suspensión utilizado.

Como la convergencia cambia si el camber y/o caster son regulados, la convergencia debe ser revisada siempre, después que el camber y/o caster son regulados. El proceso de regulación depende del modelo del vehículo, en consecuencia remitirse al manual de reparaciones para mayores detalles.

Un plan general de los métodos de regulación a usarse con los vehículos que tienen mecanismos de regulación separados de camber y caster es dado en las siguientes tres páginas.

#### REFERENCIA

En la actualidad existen pocos sistemas de suspensión en los cuales el camber y caster pueden ser regulados.



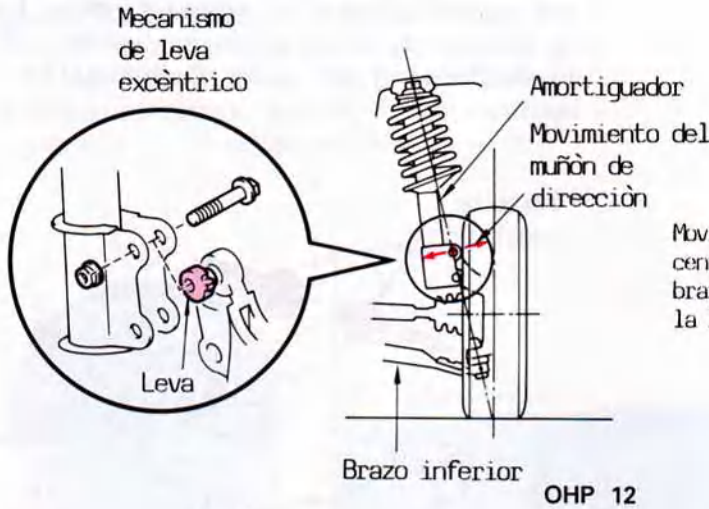
OHP 11



(1) Regulación Separada del Camber

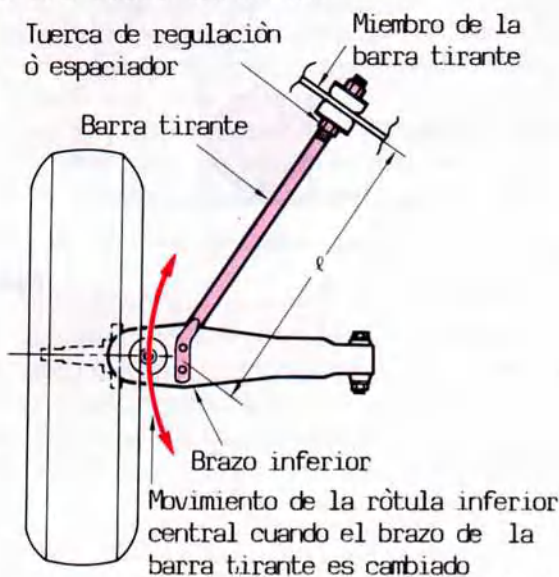
Un mecanismo de tipo leva excéntrica se da en la conexión entre el amortiguador y el muñón de dirección. El camber es regulado cambiando el ángulo relativo entre el amortiguador y el muñón de dirección.

Este tipo de regulación se realiza con las suspensiones de tipo de tirante.



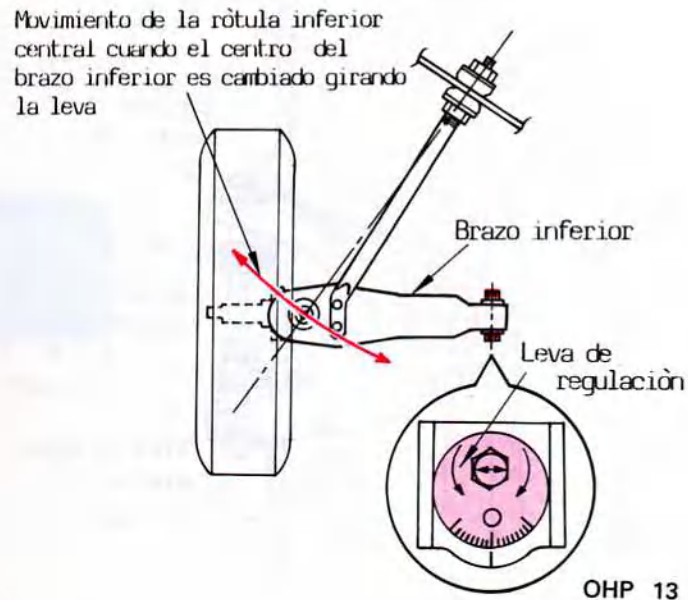
(2) Regulación Separada del Caster

El caster es regulado cambiando la distancia  $l$  entre el brazo inferior y el tirante usando la tuerca o separador del tirante. Este tipo de regulación es utilizado en suspensiones de tirantes o de horquillas dobles en las cuales el tirante está localizado adelante o detrás del brazo inferior.



(3) Regulación Simultánea de Camber y Caster

- Ⓐ En el extremo interior del brazo inferior hay un perno de montaje tipo leva excéntrica. Girando este perno se mueve el centro del brazo inferior hacia la izquierda o derecha, lo cual hace moverse el centro de la junta esférica inferior en dirección oblicua porque el brazo inferior está apoyado en el tirante. Por lo tanto, se regulan tanto el camber como el caster. Este método de regulación se utiliza en suspensiones del tipo de tirantes.



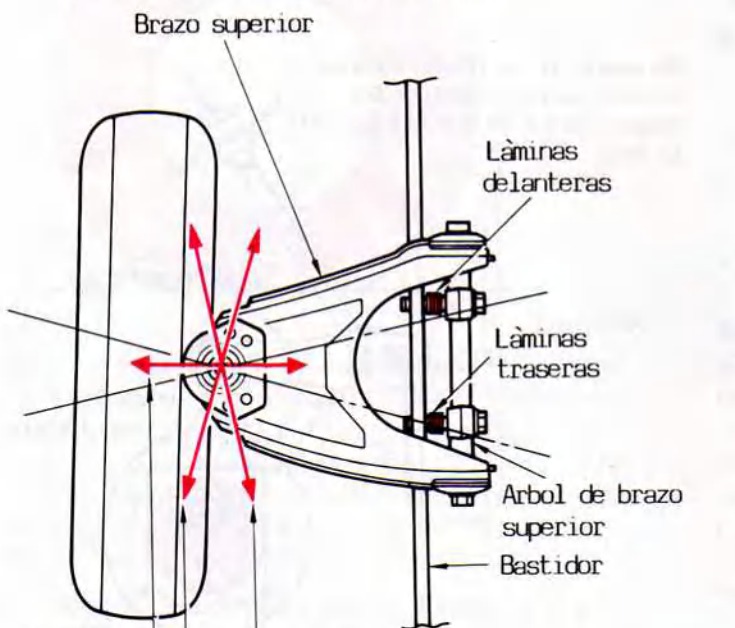
REFERENCIA

El camber y el caster del Lexus LS400 son regulados de la manera explicada en (2) y (3) Ⓐ arriba.



(b) Se ha provisto de laminillas entre el árbol del brazo superior y la superficie de montaje del bastidor. El ángulo de montaje del brazo superior, es decir, la posición de la rótula superior, se cambia aumentando o reduciendo el espesor y/o el número de las laminillas. Puesto que el eje del brazo superior está montado en el bastidor por dos puntos (delante y detrás con laminillas entre ellos) pueden regularse el camber y el caster al mismo tiempo. Este método de regulación se adopta en la suspensión del tipo de horquilla doble.

(c) Pernos de montaje de tipo de levas ex céntricas son utilizados en la parte frontal y posterior del brazo inferior. Girando estas levas se cambia el ángulo de instalación del brazo inferior, cambiando así la posición de la rótula inferior. En este tipo, como con el tipo en (b) donde el ángulo de instalación del brazo superior puede ser variado usando las ya mencionadas laminillas, el camber y el caster pueden ser regulados al mismo tiempo. Este método de regulación es usado en la suspensión del tipo de horquilla doble.

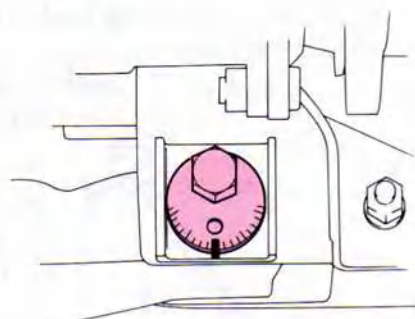
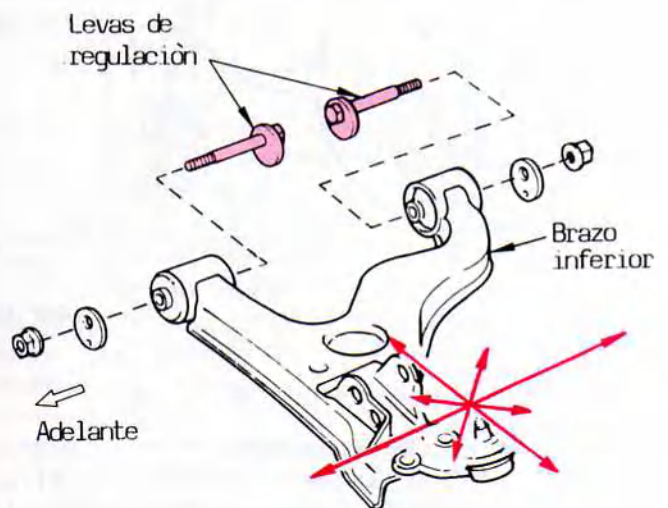


Movimiento de la rótula central superior cuando el número de láminas traseras es aumentado o disminuido

Movimiento de la rótula central superior cuando el número de láminas delanteras es aumentado o disminuido

Movimiento de la rótula central cuando el número de láminas delanteras y traseras es incrementado o disminuido simultáneamente

OHP 14



OHP 14





(4) Ejemplo de Regulación de Camber y Caster

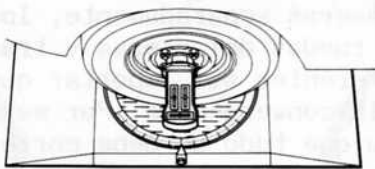
Aquí, usando el ejemplo donde el camber y el caster pueden ser regulados mediante el giro del perno de montaje tipo leva escéntrica, describiremos cuánto más los pernos de regulación deben de ser girados.

Ejemplo de valores estándar

Camber		Caster	
Estándar de Inspección	Estándar de Ajuste	Estándar de Inspección	Estándar de Ajuste
45' ± 45'	45' ± 30'	2°30' ± 45'	2°30' ± 30'

OHP 15

(a) Mida el camber y el caster



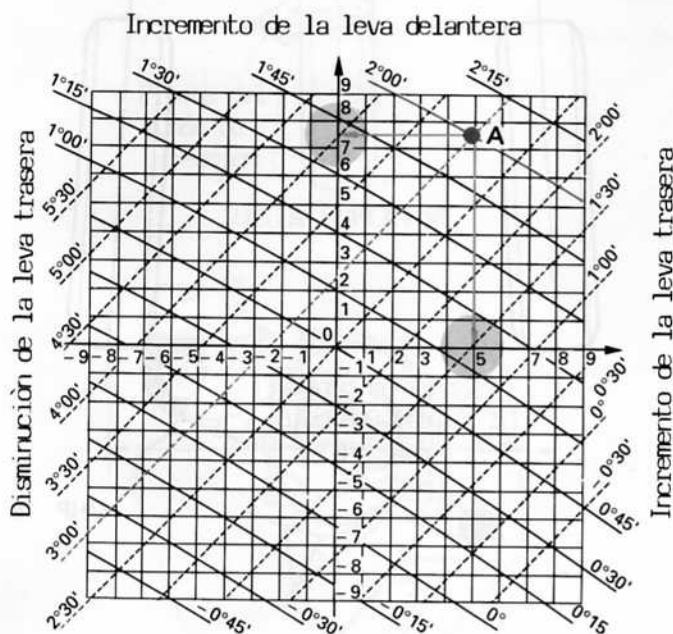
Valores medidos:

Camber : 2°

Caster : 3°

Carta de regulación

— Camber  
- - - Caster

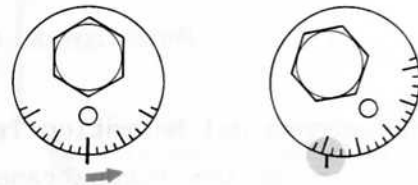


Disminución de la leva delantera

OHP 15

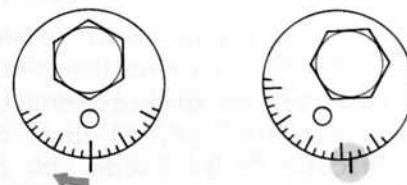
- (b) Compruebe si los valores medidos están dentro de los valores estándar de inspección. En este ejemplo, el camber está fuera de los valores estándares de inspección por lo que es necesaria la regulación.
- (c) Busque la intersección (A) de la segunda línea del camber y la tercera línea del caster en la carta de regulación, debajo.
- (d) Revise la carta de ajuste para ver cuánto deben de ser giradas las levas delanteras y traseras.

Leva delantera: + 7.5 (girar el perno 7.5 graduaciones en la escala en dirección positiva).



OHP 15

Leva trasera: + 5 (girar el perno 5 graduaciones en la escala de dirección positiva).

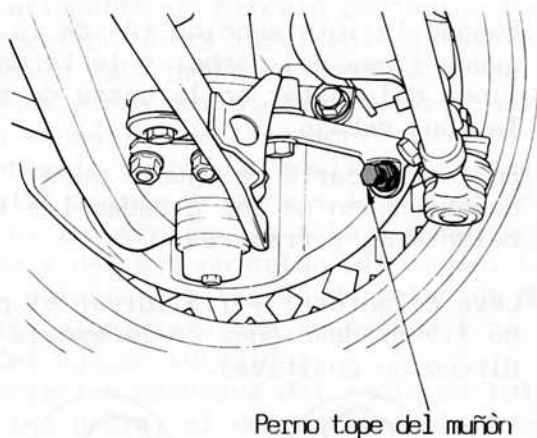


OHP 15

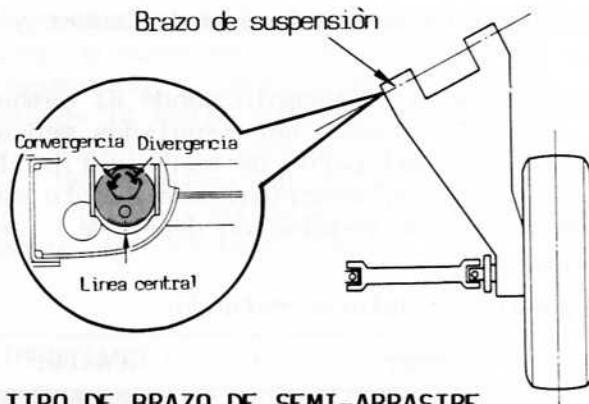
- (e) Mida nuevamente el camber y el caster para cerciorarse de que están dentro de los valores estándar de regulación. (Si no lo están, compruebe si hay deformación del brazo de la suspensión, etc.)

**3) Angulo de la Rueda**

El tipo con perno tope de muñón puede ser regulado pero el tipo sin este perno no puede ser regulado.



Perno tope del muñón



**TIPO DE BRAZO DE SEMI-ARRASTRE**

OHP 16

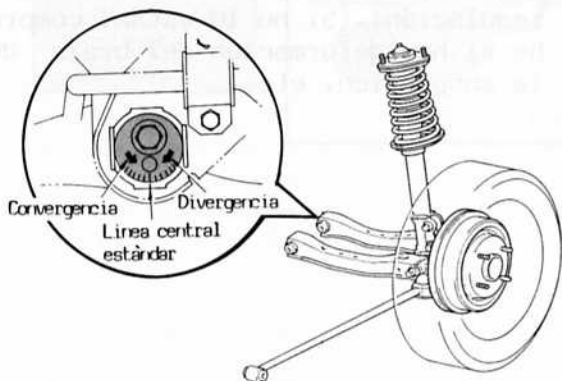
En el caso de convergencia delantera, si la longitud de los brazos traseros (derecho o izquierdo) no son hechos iguales para regular, la convergencia de las ruedas traseras separadamente, los ángulos de las ruedas delanteras y traseras serán diferentes sin importar que tan buena es la convergencia. Por esta razón, primero que todo se debe corregir los ángulos de las ruedas derecha e izquierda y luego regular la convergencia.

**2) Alineamiento del Neumático Trasero**

La alineación de una rueda trasera de una suspensión trasera independiente se logra regulando el camber y el ángulo de convergencia. El método de regular el camber y el ángulo de convergencia depende del tipo de suspensión. Algunos modelos no tienen mecanismo para regular el camber.

**1) Convergencia**

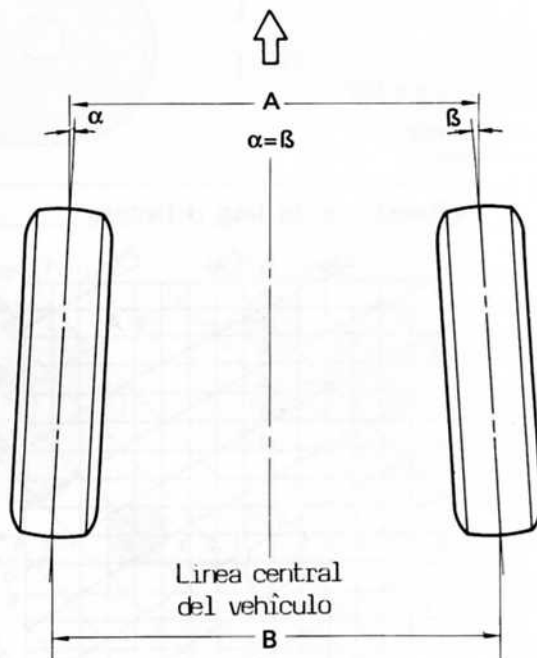
Ordinariamente, se proporciona un brazo con levas excéntricas, el cual determina la posición de la rueda con respecto al cuerpo. Girando esta leva el brazo puede ser movido hacia la derecha o izquierda para cambiar la dirección de la rueda, regulando así la convergencia.



**TIPO DE REFUERZO DE DOBLE ARTICULACION**

OHP 16

**CORRECTO**  
Adelante

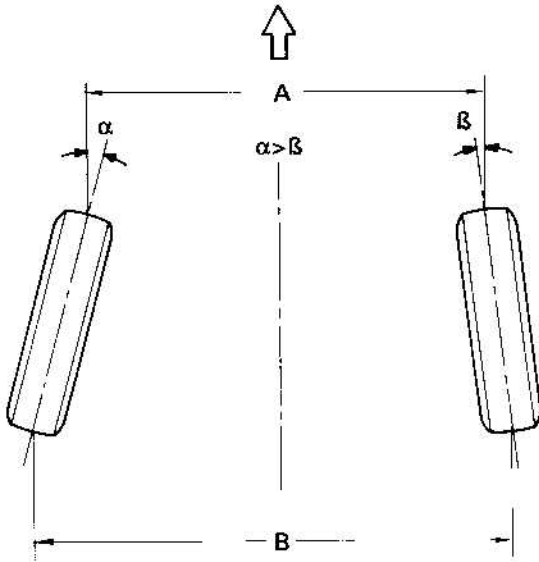


OHP 16

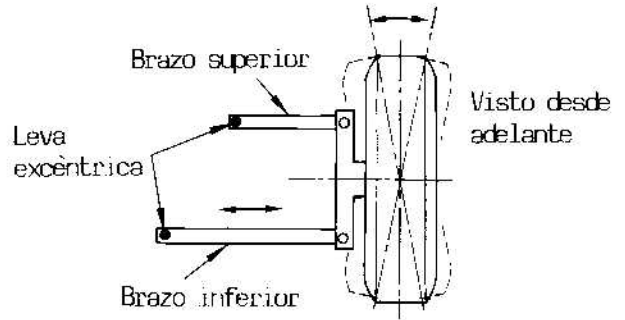




INCORRECTO



OHP 16



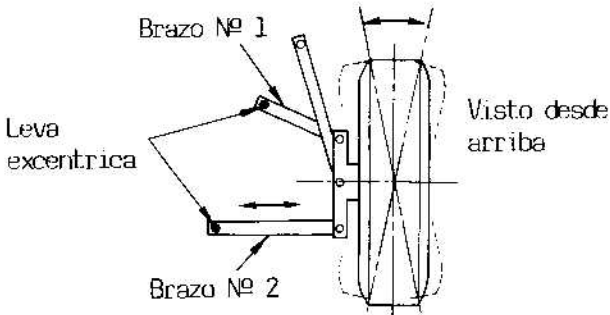
CAMBIO DEL CAMBER

OHP 17

Las regulaciones pueden ser realizadas siguiendo el mismo método usado para regular, el camber y caster en las ruedas delanteras y usando una carta similar.

## 2) Camber

En la suspensión de horquilla doble, el camber y el ángulo de convergencia son regulados al mismo tiempo. La razón por la cual el camber y el ángulo de convergencia cambian simultáneamente es que en los brazos inferiores Nº 1 y Nº 2 de bajo de la línea central de la rueda se encuentran instaladas levas excéntricas, de manera que si uno de los brazos es movido hacia la derecha o izquierda, el ángulo de convergencia cambia, si los dos brazos son movidos igual hacia la derecha o izquierda, el camber cambia.



CAMBIO DEL ANGULO DE CONVERGENCIA

OHP 17

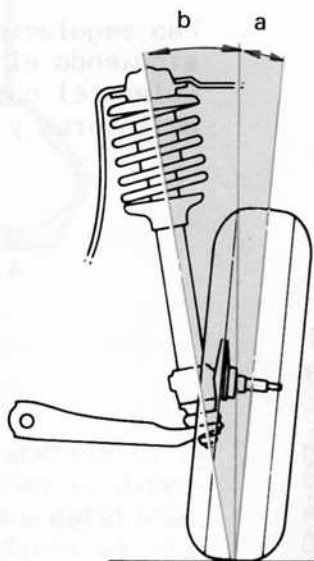


### LOCALIZACION DE AVERIAS USANDO EL ANGULO COMPRENDIDO

El ángulo comprendido se refiere a la suma del camber (a) y la inclinación del eje de dirección (b).

Si la medición del camber y/o inclinación del eje de dirección está fuera de los estándares de inspección, la causa del problema puede ser encontrado revisando el ángulo comprendido como se ve a continuación.

**— IMPORTANTE! —**  
 Algunas suspensiones frontales de tipo tirante usadas en vehículos FF permiten que el camber sea regulado separadamente. En tales casos, la determinación de la causa de camber y caster incorrecto usando el ángulo comprendido es imposible.



Angulo comprendido = a + b

OHP 18

ANGULOS DE ALINEAMIENTO			PROBLEMA
I.E.D.*	CAMBER	ANGULO COMPRENDIDO	
Correcto	Menor que la especificación	Menor que la especificación	Husillo doblado
Menor que la especificación	Mayor que la especificación	Correcto	Brazo de control inferior doblado
Mayor que la especificación	Menor que la especificación	Correcto	Brazo de control superior doblado
Menor que la especificación	Mayor que la especificación	Mayor que la especificación	Brazo de control inferior y husillo doblados

OHP 18

\* Inclinación de eje de dirección



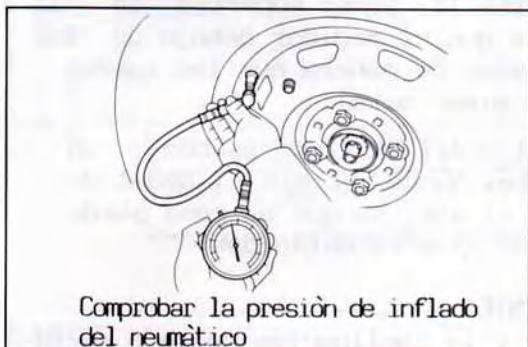
## MEDICION DEL ALINEAMIENTO DE RUEDAS

- OBJETIVOS :**
1. Dominar el método correcto de medir el caster, el camber y la inclinación del eje de dirección (existen varios tipos de instrumentos para medir, pero aquí describiremos el método que usa un medidor de camber, caster y pivote de dirección).
  2. Dominar el método correcto de medir el ángulo de la rueda.
  3. Dominar el método correcto de medir y regular el ángulo de convergencia.

- PREPARACION :**
- . Medidor de pedal de freno
  - . Medidor de convergencia
  - . Medidor de radio de giro
  - . Medidor de camber, caster, pivote de dirección y adaptador de medidas
  - . Torquímetro (570 kg-cm, 41 pie-lb, 56 N-m)
  - . Medidor de Presión de Neumáticos
  - . Calibrador de esfera y soporte

### CAMBER, CASTER E INCLINACION DE EJE DE DIRECCION

Medir el camber, caster y la inclinación del eje de dirección con un medidor de camber, caster y pivote de dirección, de acuerdo al siguiente procedimiento:



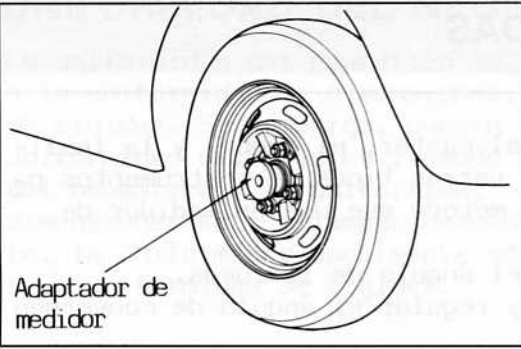
#### 1. REVISAR ANTES DE MEDIR

- (a) Revisar desgaste, tamaño incorrecto e inflado incorrecto de los neumáticos.
- (b) Revisar aflojamiento en los cojinetes de rueda.
- (c) Revisar desviación de las ruedas.

Desviación lateral menos de 1.0 mm (0.039 pulg)

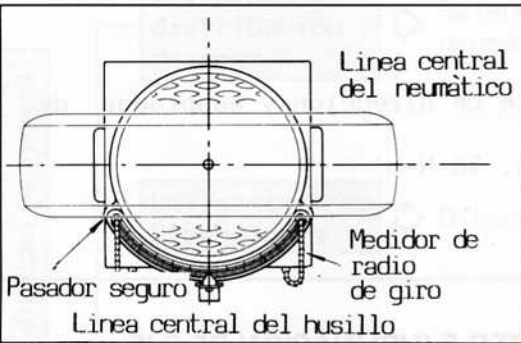
- (d) Revisar aflojamiento de suspensión.
- (e) Revisar aflojamiento en la articulación del sistema de dirección.
- (f) Revisar que los amortiguadores funcionen correctamente con la prueba de rebote estándar.





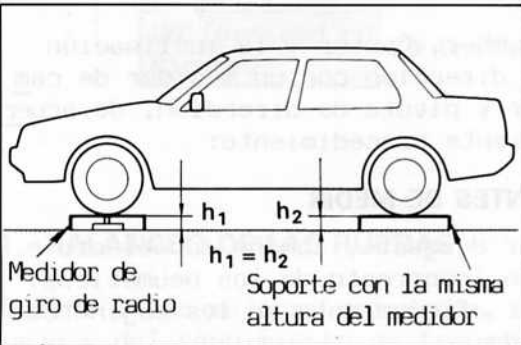
## 2. INSTALACION DEL ADAPTADOR DEL MEDIDOR

- Retirar el medidor de la rueda.
- Retirar la chaveta y la tapa de la tuerca, luego sacar la tuerca de seguridad (en modelos con ruedas de aluminio, sacar también el neumático).
- Apretar manualmente el adaptador del medidor.



## 3. COLOCAR EL VEHICULO EN EL MEDIDOR DE RADIO DE GIRO

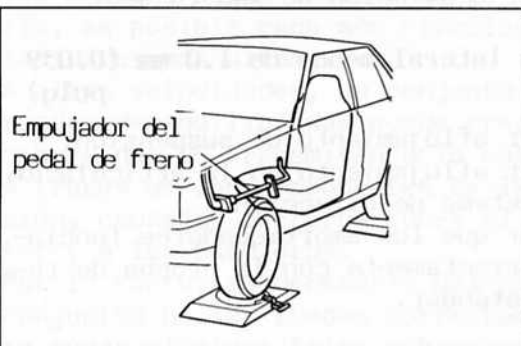
- Establecer el medidor de radio de giro en 0° y asegurarlo.
- Mover el vehículo hacia adelante 5 mt (16.4 pies) con las ruedas delanteras rectas hacia adelante.
- Alinear las ruedas delanteras con el medidor de radio de giro de manera que la línea central del neumático y la línea central del husillo estén alineadas en el centro del medidor.



### IMPORTANTE!

Especialmente cuando mida, usar un medidor de radio portátil, poner soportes de la misma altura que el medidor debajo de las ruedas traseras de manera que las ruedas estén en el mismo nivel.

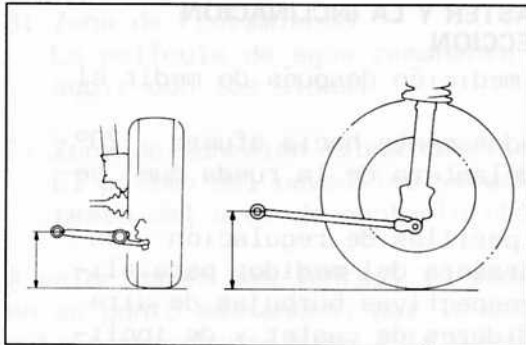
- Oprimir el pedal de freno usando un instrumento. Nunca oprimir el pedal de freno con el pie, ya que su peso puede afectar los valores obtenidos.



### IMPORTANTE!

- El caster y la inclinación del eje de dirección son inspeccionados mientras se gira las ruedas delanteras hacia la derecha e izquierda. Sin embargo, si las ruedas giran hacia adelante o atrás durante la operación, no se pueden obtener valores correctos.
- Para que la batería no se descargue, sacar el fusible de la luz de freno para que las luces no se prendan y desconectar el conector del interruptor de luz de parada.



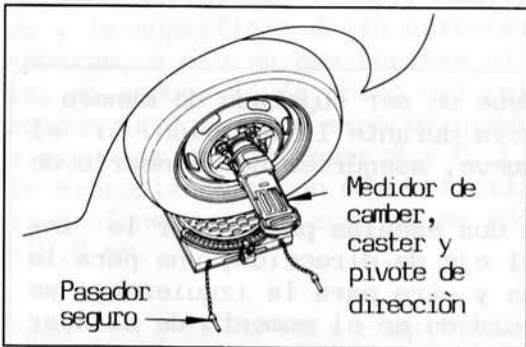


#### 4. MEDIR LA HOLGURA DEL CHASIS AL PISO

Si la holgura del vehículo no es estándar tratar de acomodarlo empujando hacia abajo o subiéndolo. Si todavía no es correcta, revisar los amortiguadores o componentes de la suspensión.

**— IMPORTANTE ! —**

Antes de inspeccionar el alineamiento de la rueda, regular la holgura del chasis al piso según la especificación.

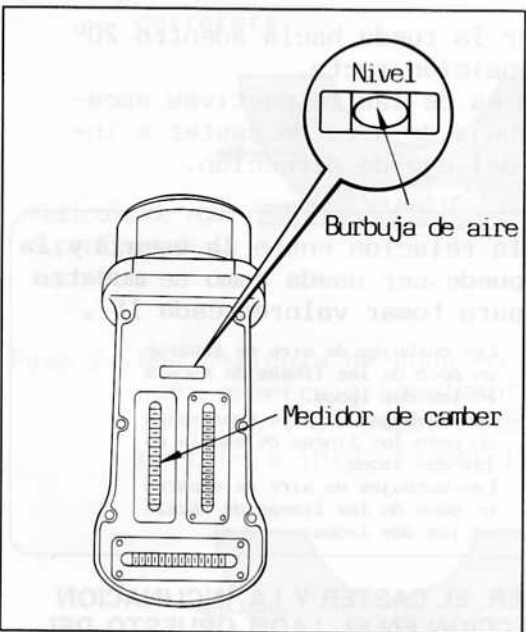


#### 5. INSTALAR EL MEDIDOR DE CAMBER, CASTER Y PIVOTE DE DIRECCION EN EL ADAPTADOR

- Sacar el seguro del medidor de radio de giro.
- Alinear la varilla central del medidor de camber, caster y pivote de dirección con el centro del adaptador del medidor e instalarlo.

**— IMPORTANTE ! —**

El soporte de medidor de camber, caster y pivote de dirección que se asegura al adaptador es un imán poderoso. Este imán es usado para montar el medidor en el adaptador. Como una placa de protección es asegurada al montaje, esta placa debe de ser retirada antes de asegurar el medidor al adaptador.



#### 6. MIDIENDO EL CAMBER

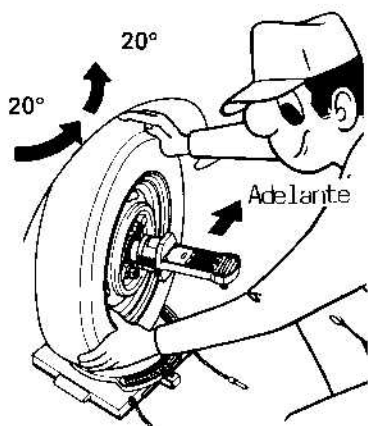
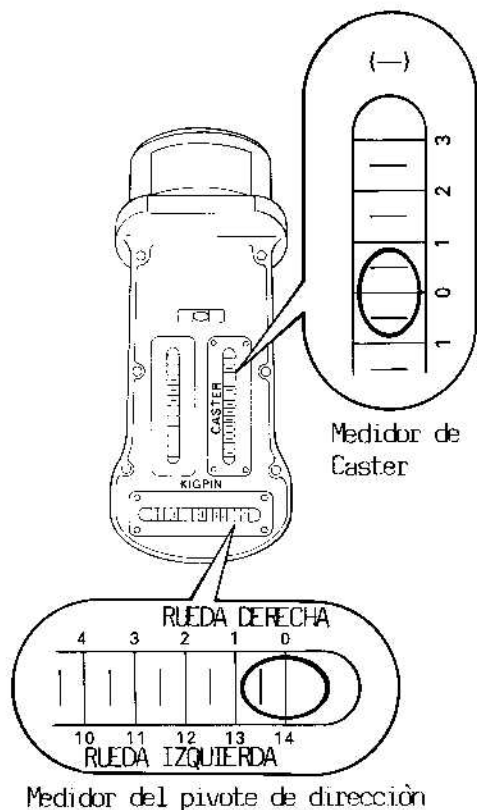
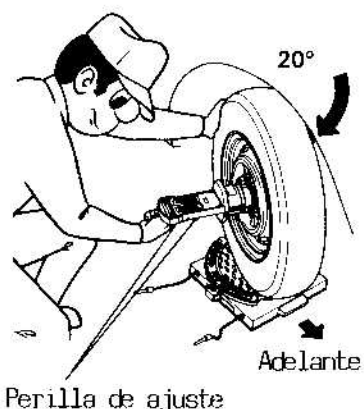
- Alinear la burbuja de aire con el nivel "0".
- Tomar un valor de la escala de la burbuja de aire del medidor de camber.

**— IMPORTANTE ! —**

Aunque la escala en el medidor de camber es graduado en incremento de 30', la relación entre la burbuja de aire y las líneas de escala puede ser usada como se muestra a continuación para tomar valores dentro de 5'.

- 0' La burbuja de aire se extiende un poco más allá de las líneas de la escala una cantidad igual.
- 5' La burbuja de aire se alinea de la escala a la izquierda.
- 10' Hay una pequeña abertura entre la burbuja de aire y la línea de escala en el lado izquierdo. Hay una abertura igual entre burbujas de aire y líneas de escala en los dos lados.
- 15' Hay una pequeña abertura entre la burbuja de aire y la línea de escala en el lado izquierdo. Hay una abertura igual entre burbujas de aire y líneas de escala en los dos lados.

- 20' Hay una abertura pequeña entre la burbuja de aire y la línea de escala en el lado derecho.
- 25' La burbuja de aire se alinea con la línea de escala en el lado derecho. La burbuja de aire se extiende un poco más allá de las líneas de escala por una cantidad igual.
- 30' La burbuja de aire se extiende un poco más allá de las líneas de escala por una cantidad igual.



## 7. MIDRIENDO EL CASTER Y LA INCLINACION DEL EJE DE DIRECCION

Realizar esta medición después de medir el camber.

- Gire cuidadosamente hacia afuera  $20^\circ$  la parte delantera de la rueda que se va a medir.
- Girar las perillas de regulación en la parte trasera del medidor para alinear las respectivas burbujas de aire de los medidores de caster y de inclinación del eje de dirección a "0" en la escala.

### ¡ IMPORTANTE !

- El medidor debe de ser sujetado de manera que no se mueva durante la medición. Si el medidor se mueve, asegúrese de alinearlos de nuevo.
- Como existen dos escalas para medir la inclinación del eje de dirección, una para la rueda derecha y otra para la izquierda, se debe tener cuidado en el momento de alinear la burbuja de aire con "0".

- Ahora mover la rueda hacia adentro  $20^\circ$  desde la posición recta.
- Tomar valores de las respectivas escalas de burbuja de aire de caster e inclinación del eje de dirección.

### ¡ IMPORTANTE !

En este medidor la relación entre la escala y la burbuja de aire puede ser usada como se muestra a continuación, para tomar valores cada  $15'$ .

- $0'$  Las burbujas de aire se separan un poco de las líneas de escala en los dos lados.
- $15'$  Las burbujas de aire sobresalen un poco las líneas de escala en los dos lados.
- $30'$  Las burbujas de aire se separan un poco de las líneas de escala en los dos lados.

## 8. MEDIR EL CAMBER, EL CASTER Y LA INCLINACION DEL EJE DE DIRECCION EN EL LADO OPUESTO DEL VEHICULO DE LA MISMA MANERA





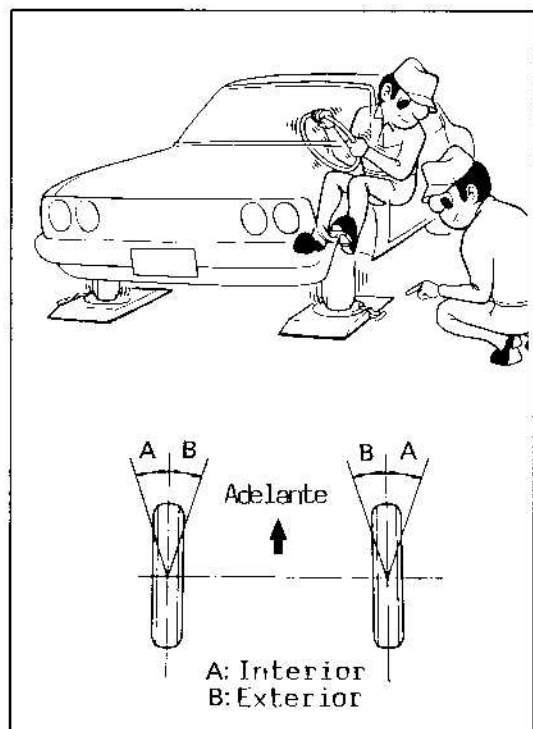
## ANGULO DE LA RUEDA

Esta medición debe ser realizada por dos personas.

1. REVISAR ANTES DE MEDIR COMO EN LA PAGINA 23
2. ALINEAR EL VEHICULO CON LOS MEDIDORES DE RADIO DE GIRO (VER PAG. 24)

### REFERENCIA

Quando se revisa solamente el ángulo de la rueda, llevar a cabo los pasos 1 y 2, si la revisión del ángulo de convergencia se lleva a cabo después de la medición del camber, caster e inclinación del eje de dirección, no es necesario realizar los pasos 1 y 2 al principio.

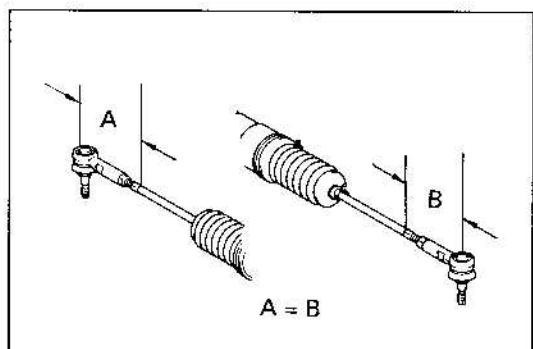


### 3. MEDIA ANGULO DE RUEDA DESPUES DE GIRAR EL VOLANTE DE DIRECCION EN SENTIDO HORARIO

- (a) Girar el volante de dirección en sentido horario todo lo que se pueda.
- (b) Tomar valores de los ángulos de giro de las ruedas derecha e izquierda con los medidores de radio de giro.

### 4. MEDIR ANGULO DE LA RUEDA DESPUES DE GIRAR EL VOLANTE DE DIRECCION EN SENTIDO ANTI HORARIO

Tomar valor de los ángulos de giro de las ruedas derecha e izquierda con los medidores de radio de giro como cuando el volante de dirección había sido girado en sentido horario.



Si los ángulos son diferentes a los de las especificaciones estándares, revisar si las longitudes de los tensores derecho e izquierdo son iguales.

### IMPORTANTE!

Si las longitudes de los tensores no son iguales, el ángulo de la rueda no puede ser regulado apropiadamente.

Si las longitudes de los tensores fuesen cambiadas para regular el ángulo de la rueda, revisar la convergencia.



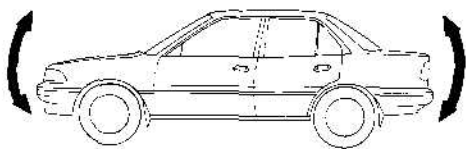
## ANGULO DE CONVERGENCIA

1. REVISAR ANTES DE MEDIR (VER PAG. 23)
2. MEDIR LA ALTURA DEL CHASIS AL PISO (VER PAG. 25)

### REFERENCIA

Llevar a cabo los pasos 1 y 2 solamente si se está revisando el ángulo de convergencia. Esto *no es necesario* si el ángulo de convergencia es revisado después de revisar el camber, el caster y la inclinación del eje de dirección.

Balancear



### 3. REVISAR LA CONVERGENCIA

Medir la convergencia con un medidor de convergencia de la siguiente manera:

(a) Mover el vehículo hacia arriba y abajo para estabilizar la suspensión.

(b) Mover el vehículo hacia adelante 5 mt. (16.4 pies) con las ruedas delanteras rectas hacia adelante.

### IMPORTANTE!

- La medición de la convergencia debe realizarse moviendo el vehículo hacia adelante. No mover el vehículo en reversa hasta que se termine la medición.
- El lugar donde se realizan las mediciones debe ser completamente plano.

(c) Hacer una marca en el frente de cada neumático, en el centro de la banda y medir la distancia entre las marcas.

### REFERENCIA

Marcar la banda del neumático con tiza o cinta. Usar un pedazo de alambre o un lapicero para hacer una marca +.

(d) Avanzar el vehículo hasta que las marcas en la parte trasera del neumático lleguen a la altura del medidor que se encuentra al frente del neumático.

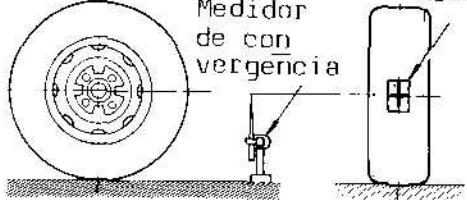
### IMPORTANTE!

Si los neumáticos ruedan muy lejos, repetir el proceso desde (b).

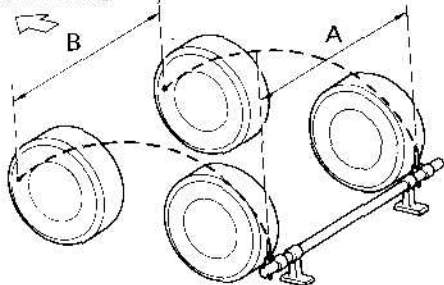
Adelante

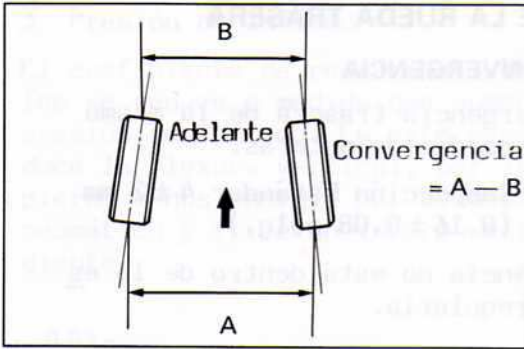
Medidor de convergencia

Marca



Adelante

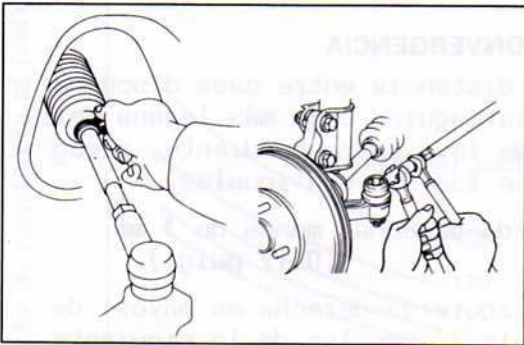




(e) Medir la distancia entre las marcas en la parte frontal de los neumáticos.

**Estándar de Inspección:**  $1 \pm 2$  mm  
( $0.04 \pm 0.08$  pulg.)

Si la convergencia no está dentro de la especificación, regularla.



#### 4. REGULAR LA CONVERGENCIA

- Remover los sujetadores de la cubierta.
- Aflojar el tensor y la tuerca de seguridad.
- Gire los extremos de los tensores derecho e izquierdo igual cantidad para regular la convergencia.

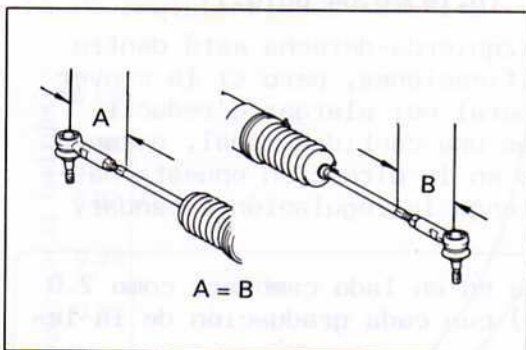
**Regulación estándar:**  $1 \pm 1$  mm  
( $0.04 \pm 0.04$  pulg.)

#### — IMPORTANTE! —

Asegurarse que las longitudes de los extremos de los tensores son iguales.

Error de distancia del extremo del tensor derecho-izquierdo:

Menos de 1.5 mm (0.059 pulg.)



(d) Ajustar el tensor y la tuerca de seguridad.

**Torque:** 570 kg-cm (41 pie-lb, 56 N-m)

(e) Colocar cada cubierta en su respectivo asiento y asegurarla.

#### — IMPORTANTE! —

Asegurarse que las cubiertas no estén torcidas.

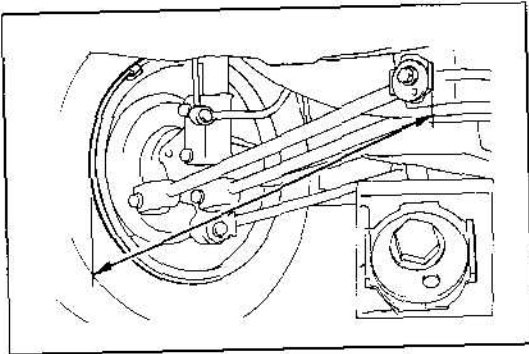
## ALINEAMIENTO DE LA RUEDA TRASERA

### 1. REVISAR LA CONVERGENCIA

Medir la convergencia trasera de la misma forma que las ruedas delanteras.

**Convergencia: Inspección Estándar  $4 \pm 2$  mm ( $0.16 \pm 0.08$  pulg.)**

Si la convergencia no está dentro de la especificación regularla.



### 2. REVISAR LA CONVERGENCIA

(a) Medir la distancia entre cada disco de rueda y la esquina baja más lejana del soporte de leva correspondiente, y con firmar que las dos son iguales.

**Error izquierda-derecha: menos de 3 mm ( $0.12$  pulg.)**

Si el error izquierda-derecha es mayor de 3 mm ( $0.12$  pulg.), regular de la siguiente manera:

- Si la convergencia está fuera del estándar hacia el lado de la divergencia alargar el brazo más corto con la leva.
- Si la convergencia está fuera del estándar hacia el lado de convergencia hacia adentro, acortar el brazo más largo con la leva.

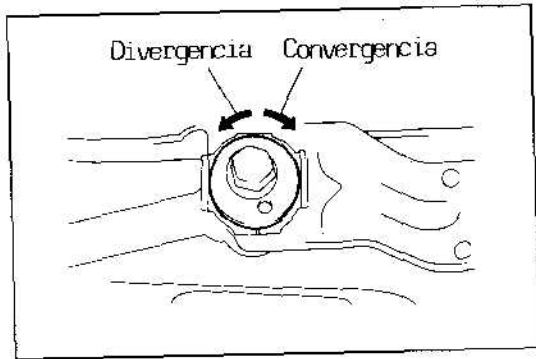
(b) Medir la convergencia y regular si es necesario.

**Convergencia: Regulación estándar  $4 \pm 1$  mm ( $0.16 \pm 0.04$  pulg.)**

Si el error izquierda-derecha está dentro de las especificaciones, pero si la convergencia en general no; alargar ó reducir los dos brazos una cantidad igual, girando las dos levas en la dirección opuesta hasta que se obtenga la regulación estándar.

#### ¡ IMPORTANTE !

La convergencia en un lado cambiará como 2.0 mm ( $0.08$  pulg.) con cada graduación de la leva.







## MEDICION DE RESBALAMIENTO LATERAL

### QUE ES RESBALAMIENTO LATERAL?

El resbalamiento lateral es la distancia total que los neumáticos derecho e izquierdo resbalan hacia el costado mientras el vehículo se mueve.

El resbalamiento lateral es medido con un medidor durante el movimiento recto hacia adelante o a una baja velocidad.

El resbalamiento lateral es expresado generalmente como la cantidad de pérdida de potencia mecánica lateral, en mm, por cada 1 mt de movimiento hacia adelante.

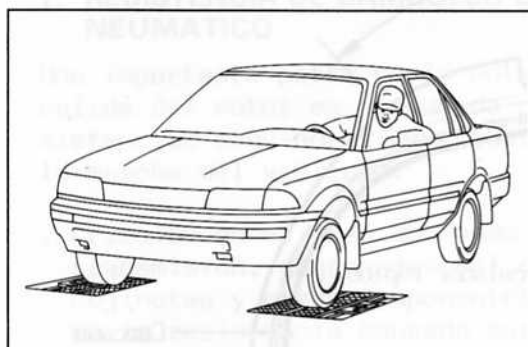
Regla del pulgar: 0 + 3 mm por metro.

El propósito de medir el resbalamiento lateral es poder juzgar el alineamiento de las ruedas cuando el vehículo va recto hacia adelante. La causa del resbalamiento lateral es mayormente por camber o convergencia incorrectos, pero también es importante prestar atención al caster y a la inclinación del eje de dirección.

**OBJETIVO** : Dominar los métodos correctos de medición de resbalamiento lateral.

**PREPARACION** : Herramientas de Medición

- . Medidor de presión de neumático
- . Medidor de resbalamiento lateral



1. REVISAR ANTES DE MEDIR (VER PAG. 23)
2. MEDIR LA HOLGURA DEL CHASIS AL PISO (VER PAG. 25)
3. MEDIR EL RESBALAMIENTO LATERAL

Llevar el vehículo hasta el medidor de resbalamiento lateral despacio y directamente. Leer la inclinación de resbalamiento lateral mientras las ruedas pasan por encima del medidor.

**Límite de resbalamiento lateral:**  
menos de 3.0 mm/m (0.118 pulg./3.3 pies)

Si el resbalamiento lateral excede el límite, la convergencia u otro factor de alineamiento de rueda delantera debe estar fallando.

#### IMPORTANTE!

No detenerse mientras las ruedas delanteras están en el medidor.

Si se usa un medidor portátil de resbalamiento lateral, colocar un pedazo de madera de la misma altura que el medidor debajo de cada rueda para mantener el vehículo nivelado.

# NEUMATICOS Y RUEDAS DE DISCO

## INTRODUCCION

Los automòviles circulan sobre ruedas neumàticas llenas de aire a presiòn. Los neumàticos son los ùnicos componentes de un automòvil que se ponen directamente en contacto con la superficie de la carretera.

Sin embargo, es necesario precisar que los neumàticos no pueden ser utilizados independientemente en un vehìculo, deben ser instalados en ruedas de disco para ser usados.

### 1. NEUMATICOS

Los neumàticos tienen las siguientes funciones:

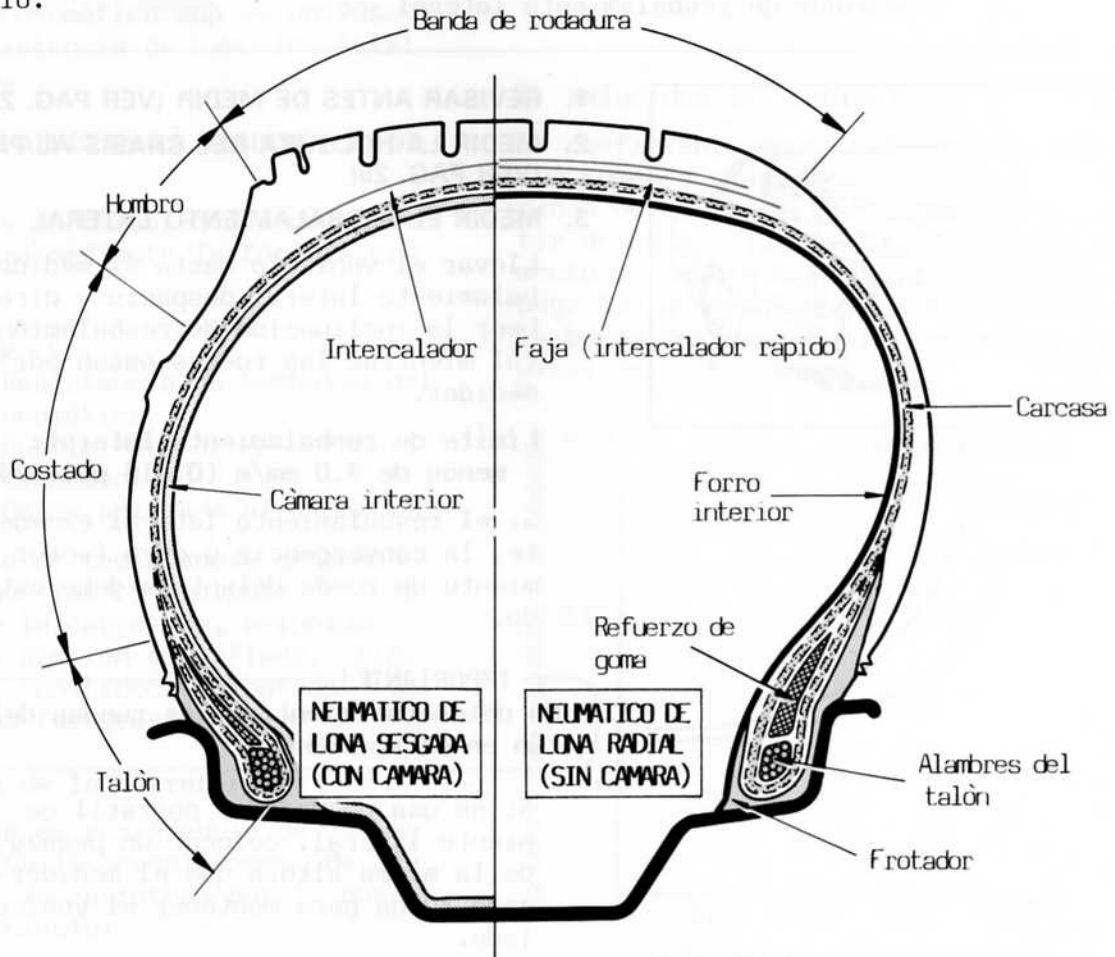
- Los neumàticos soportan todo el peso del vehìculo.

- Los neumàticos se ponen directamente en contacto con la superficie de la carretera y transmiten la fuerza de tracciòn y de frenaje a la carretera, controlando de este modo el arranque, la aceleraciòn, la desaceleraciòn, la parada y los giros.

- Los neumàticos atenúan (reducen) las sacudidas causadas por las irregularidades de la superficie de la carretera.

### CONSTRUCCION DE LOS NEUMATICOS

Lo siguiente ilustra la construcción bàsica de un neumàtico.







### ① Carcasa (Cubierta)

La carcasa es la estructura del neumático. Debe ser lo suficientemente rígida como para poder retener la alta presión del aire y ser flexible para poder amortiguar los cambios de carga y los impactos. Está formada de capas (láminas) de nervaduras de neumático (tiras paralelas de un material resistente) adheridos con goma. Las nervaduras de los neumáticos de autobuses y camiones están generalmente hechas de nylon ó acero, mientras que las de los neumáticos de automóviles de pasajeros están hechas de polyester ó nylon. Los neumáticos se clasifican generalmente en los tipos radiales y al sesgo, de acuerdo con la dirección de las nervaduras.

### ② Banda de Rodadura

La banda es la capa de goma exterior que protege la carcasa contra el desgaste y los daños exteriores causados por la superficie de la carretera. Es la parte que se pone directamente en contacto con la carretera y que genera resistencia de fricción que transmite las fuerzas de tracción y de frenaje del vehículo a la carretera. El patrón de la banda está hecho de estrías moldeadas en la superficie de la banda y está diseñado para ayudar a que el neumático transmita con mayor efectividad estas fuerzas a la carretera.

### ③ Costados

Los costados son capas de goma que cubren los lados del neumático y protegen la carcasa contra daños del exterior, son los componentes mayores y más flexibles del neumático y se doblan continuamente bajo las cargas aplicadas durante la circulación.

Exhiben el nombre del fabricante, tamaño y otra información.

### ④ Intercalador

El intercalador, que es una capa de tela entre la carcasa y la banda, refuerza la adhesión entre las dos y ayuda a atenuar las sacudidas transmitidas desde la carretera a la carcasa. Los intercaladores se utilizan normalmente en los neumáticos al sesgo. Los neumáticos para autobuses, camiones y camionetas utilizan intercaladores de nylon mientras que los destinados a automóviles de pasajeros utilizan intercaladores de polyester.

### ⑤ Fajas (Intercaladores Rígidos)

Son una clase de intercaladores utilizados en los neumáticos radiales. A lo largo de la circunferencia, entre la carcasa y la goma de la banda, retienen con seguridad la carcasa en su lugar. Los neumáticos para automóviles de pasajeros utilizan intercaladores rígidos hechos de nervaduras de acero, rayón ó de polyester, mientras que los de los autobuses y camiones están hecho de nervaduras de acero.

### ⑥ Talones

Para evitar que el neumático se salga del aro de rueda debido a las diversas fuerzas que actúan en el mismo, los bordes libres ó las dos capas están enrolladas en torno a alambres de acero denominados alambres del talón. El aire a presión del interior del neumático fuerza los talones hacia afuera contra los aros de la rueda y los retiene con seguridad en su lugar. Los talones están protegidos contra los daños causados por la fricción contra los aros de las tiras duras de goma denominadas tiras de flotación.



## PATRONES DE LA BANDA

Existe una gran variedad de patrones moldeados en las bandas, cuyo fin es el de drenar el agua y de ayudar en ciertas circunstancias dictadas por las condiciones de la superficie de la carretera y tipo de vehículo utilizado.

### ① Patrón de Nervaduras

En el patrón de nervaduras se dibujan las estrías en zig zag a lo largo de la circunferencia del neumático. Este patrón es el más adecuado para circular por superficies pavimentadas a altas velocidades y se utiliza para una amplia variedad de automóviles, tanto de pasajeros como en autobuses y camiones.



OHP 20

#### Características

- El patrón de nervaduras minimiza la resistencia del neumático al bamboleo.
- La mayor resistencia al derrapamiento lateral ofrece un buen control del vehículo.
- Se reduce el ruido de los neumáticos.
- La tracción es un poco inferior a la de los neumáticos con el patrón de tacos.

### ② Patrón de Tacos

Las estrías del patrón de tacos están puestas aproximadamente a ángulos rectos con la circunferencia del neumático. Se utilizan frecuentemente en neumáticos de maquinaria de construcción y de camiones y son adecuados para circular en carreteras sin pavimentar.



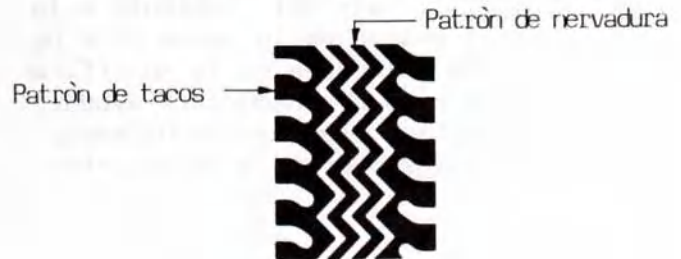
#### Características

OHP 20

- El patrón de tacos ofrece buena tracción.
- La resistencia al bamboleo es bastante alta.
- La resistencia al derrapamiento es menor.
- La banda en la parte de los tacos es susceptible al desgaste desigual.
- El ruido de los neumáticos es mayor.

### ③ Patrón de Nervaduras y Tacos

Este patrón, normalmente utilizado en neumáticos de autobuses y camiones, combina los patrones de nervaduras y tacos para ofrecer un rendimiento de circulación estable tanto por carreteras pavimentadas como por las no pavimentadas.



OHP 20

#### Características

- El patrón de nervaduras a lo largo del centro del neumático estabiliza el vehículo minimizando el derrapamiento del neumático, mientras que el patrón de tacos en los bordes del neumático mejora el rendimiento de circulación y de frenaje.
- La parte de tacos del patrón es más susceptible al desgaste desigual.



④ Patròn de Bloques

En este patròn, la banda se divide en bloques independientes. El patròn de bloques, que se utiliza en la mayor parte de neumáticos para la nieve, se empieza ahora a utilizar en algunos neumáticos radiales de automòviles de pasajeros.



OHP 20

Características

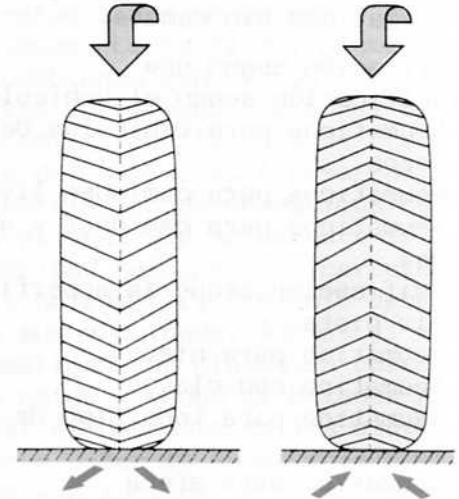
- El patròn de bloques ofrece mejor rendimiento de circulaciòn y frenaje.
- El patròn de bloques reduce el derrapamiento y patinaje en carreteras enlodadas ò cubiertas de nieve.
- Los neumáticos tienden a desgastarse con mäs ràpidez que los de patrones de nervaduras y los de tacos.
- La resistencia al bamboleo es un poco mayor.
- La banda es susceptible a un desgaste anormal especialmente sobre pisos duros.

IMPORTANTE !

Neumáticos de Patròn Unidireccional  
 Estos son neumáticos con patrones de banda que tienen direccionalidad con respecto a la dirección de rotaciòn. Las es trías laterales en la banda del neumático tienen direccionalidad para mejorar el desempeño en pistas mojadas, haciendo mäs fàcil que los neumáticos drenen el agua. El desempeño de estos neumáticos en pistas mojadas es pésimo si son montados en la dirección equivocada.

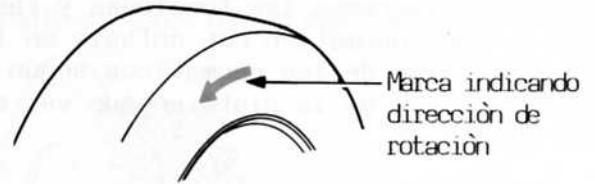
Rotaciòn hacia adelante

Rotaciòn en reversa



El agua es drenada

El agua es absorbida



OHP 21





## TIPOS DE NEUMATICO

Existen varios métodos para clasificar neumáticos, como se muestra a continuación:

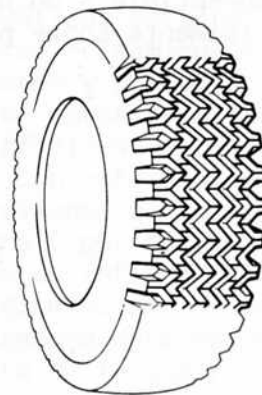
- a. Clasificación según construcción
  - Clasificación por el método de fijación de cuerdas de tela, las cuales forman la carcasa del neumático.
    - . Neumático al sesgo
    - . Neumático radial
    - . Neumático ribeteado
  - Clasificación por el método usado para contener el aire
    - . Neumáticos con cámara
    - . Neumáticos sin cámara
- b. Clasificación según uso
  - Clasificación según el vehículo
    - . Neumáticos para vehículos de pasajeros
    - . Neumáticos para camiones livianos
    - . Neumáticos para camiones y autobuses
  - Clasificación según la superficie de la pista
    - . Neumático para nieve
    - . Neumático con clavos
    - . Neumático para todo tipo de clima
    - . Neumático para arena
  - Otros
    - . Neumático de repuesto compacto
    - . Neumático de bajo perfil

Aquí describiremos las funciones y rasgos de cada neumático con énfasis en la clasificación de los neumáticos según la superficie de la pista en que va a ser utilizado.

### ① Neumáticos para Nieve

El neumático para nieve está diseñado para mantener la maniobrabilidad en carreteras enlodadas o nevadas. Esto se consigue incorporando un mayor número de bloques en el patrón de la banda y haciendo estos bloques más profundos y más separados entre sí, combinando el patrón de banda de tacos, que transmite con efectividad la fuerza de marcha, y del patrón de nervaduras que minimiza el patinaje lateral.

El neumático para nieve tiene estrías más profundas y una banda 10 a 20% más ancha que los neumáticos normales. La relación del área de la superficie del reborde de la banda con toda el área de la superficie de la banda (rebordo de banda más estrías) se denomina el área de contacto de la banda. Cuando menor es el valor, más flexible es la banda mejorando el rendimiento del neumático sobre carreteras nevadas. Por lo tanto, los neumáticos para nieve tienen relaciones de área de contacto de banda mucho menores que los de los neumáticos normales. Emplean además una goma de fórmula especial para la banda que conserva mejor la flexibilidad a bajas temperaturas.



OHP 22

#### REFERENCIA

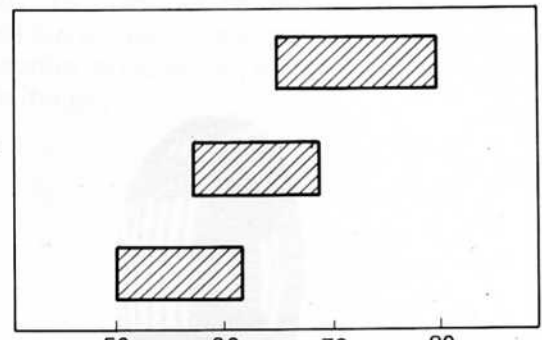
Los siguientes neumáticos son descritos en la Etapa 1, "Fundamentos de Servicio".

- . Neumático al sesgo y neumático radial
- . Neumático con cámara y neumático sin cámara
- . Neumático de repuesto compacto

Neumático normal

Neumático para todo clima

Neumático para nieve



Relación del área de contacto de la banda (%)





### 1) Características

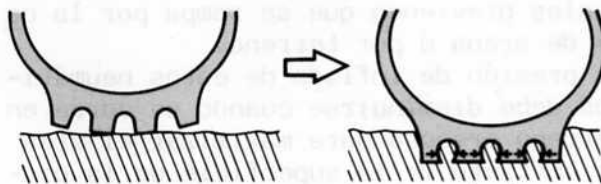
La temperatura del aire y la naturaleza de la nieve afectan el rendimiento del neumático para nieve, pero los neumáticos para nieve en condiciones normales (sobre carreteras enlodadas o nevadas) deben ofrecer lo siguiente:

- . Menos derrapamiento, mejor tracción y mayor estabilidad de dirección durante frenajes.
- . Mayor maniobrabilidad al efectuar virajes y cambiar de carril.
- . Escape más fácil de surcos de las ruedas.
- . Menor resistencia al bamboleo.
- . Menos vibraciones y ruido.

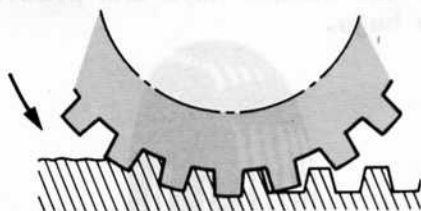
Puesto que la banda del neumático para nieve es menos rígida que la del neumático normal, es menos capaz de estabilizar un vehículo que circula a altas velocidades sobre una superficie seca. La acción de viraje sufre especialmente con esta característica. Las cuatro ruedas deben utilizar neumáticos de nieve idénticos. La mezcla de neumáticos de nieve y normales debe evitarse.

### 2) Principio de Funcionamiento

El neumático para nieve se adhiere a la superficie de la carretera nevada mediante las estriás más profundas moldeadas en la banda que penetran en la nieve y la comprimen con fuerza formando bloques duros. El neumático avanza apoyándose en estos bloques y los deja atrás al girar hacia adelante.



La banda comprime la nieve desde ambas direcciones



La banda comprime la nieve a medida que avanza el neumático

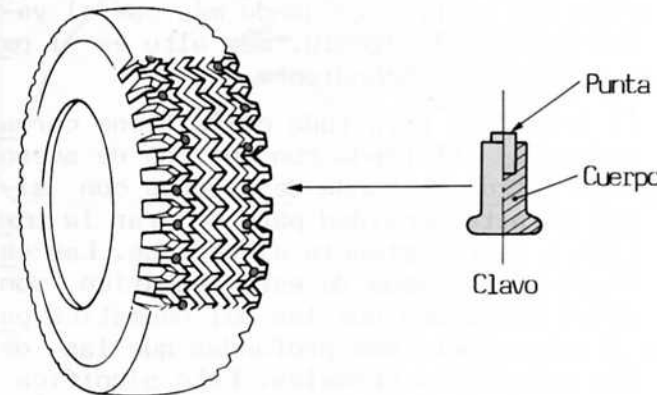
### REFERENCIA

Los neumáticos para nieve que se han gastado hasta más de la mitad de la profundidad original de la llanta, dejan de ofrecer la adhesión suficiente para poder circular por carreteras nevadas, por lo que no deben utilizarse como neumáticos para nieve aunque puedan seguir utilizándose como neumáticos normales.

### ② Neumáticos con Clavos

Los neumáticos para nieve rinden bien en carreteras nevadas, pero se adhieren mal sobre superficies heladas. Los neumáticos con clavos se han desarrollado para ofrecer mayor estabilidad de marcha bajo tales condiciones. La banda del neumático para nieve combinada con clavos metálicos que se clavan en la superficie del hielo para transmitir las fuerzas de tracción y frenaje del vehículo. A pesar de todo, la sola instalación de neumáticos con clavos en el vehículo no asegura la completa seguridad de manejo en carreteras nevadas y heladas. El vehículo debe manejarse con mucho cuidado. Además el empleo de neumáticos con clavos en carreteras que no están nevadas ni heladas no sólo acelera el desgaste de los clavos sino que puede dañar la superficie de la carretera y polucionar el aire con partículas de cemento y asfalto.

Las autoridades de algunos países o regiones restringen o prohíben el empleo de neumáticos de clavos y/o incluso el de cadenas para nieve por tales razones.



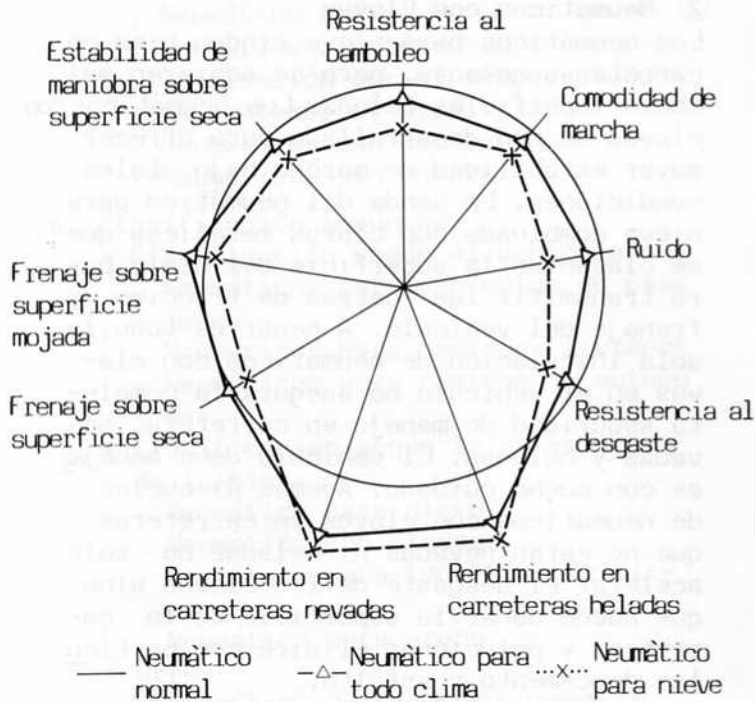
### IMPORTANTE !

Los neumáticos con clavos deben reinstalarse de modo que puedan rotar en la misma dirección que la última vez que se utilizaron. De otro modo, los clavos pueden caerse durante la marcha.



### ③ Neumáticos para todo Clima

Los neumáticos para todo clima son unos neumáticos normales modificados para mejorar el rendimiento de la marcha sobre carreteras arenosas o nevadas. Son unos neumáticos de aplicaciones múltiples que pueden utilizarse todo el año porque tienen características de los neumáticos normales y de los de nieve.



El gráfico anterior muestra el rendimiento del neumático para todo clima con relación al de un neumático normal (el círculo del gráfico). Cuando más cae el valor fuera del círculo, más alto es el rendimiento correspondiente.

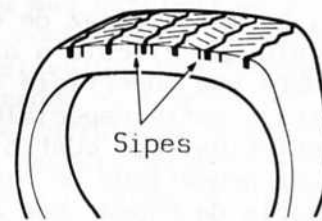
El neumático para todo clima tiene carcasa radial reforzada con correas de acero y un patrón de banda de bloques con sipes en alta densidad para mejorar la tracción y la resistencia al derrape. Las estriás de la banda de este neumático son menos profundas que las del neumático para nieve, pero más profundas que las de los neumáticos normales. Esto significa que pueden estabilizar el vehículo adhiriéndose bien en la nieve para poder tener un buen contacto con la carretera.

### REFERENCIA

#### Sipes

Además de las estriás anchas y profundas moldeadas en la banda, también hay algunas que son finas que parecen haber sido hechas con un cuchillo. Estas estriás fueron nombradas "sipes" o a veces "cortes de cuchillo", después de que su inventor, un americano llamado J.S. Sipe se refirió a ellas así.

Cuando el vehículo viaja en una pista mojada, los sipes despejan el agua de la superficie de la pista donde el neumático hace contacto, de manera que la banda agarre firmemente la pista. Además a medida que el neumático se flexiona por la carretera, los sipes se abren para proveer agarre extra a la pista.



### ④ Neumáticos para Arena

Estos neumáticos están diseñados para poder correr en caminos o áreas con terrenos suaves y arenosos.

La banda de estos neumáticos es ancha y la superficie de la banda es marcada con rayas con estriás superficiales, las cuales previenen que se rompa por la capa de arena o por terreno.

La presión de inflado de estos neumáticos debe disminuirse cuando se corre en terreno arenoso para maximizar el área de contacto de la superficie de la pista.

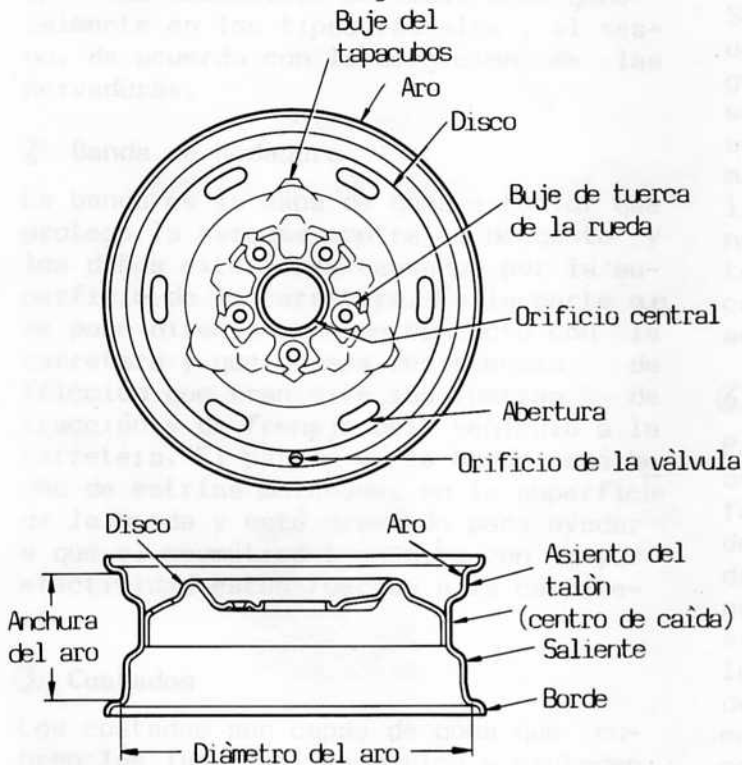
Por eso, la carcasa de estos neumáticos es construida para que pueda llevar cargas pesadas aunque haya una presión de inflado baja.





## 2. RUEDAS DE DISCO

Puesto que las ruedas son un componente vital para circular con seguridad, deben ser lo suficientemente fuertes como para poder soportar las cargas verticales y laterales, fuerzas de tracción y de frenaje, y varias otras fuerzas que recaen en las mismas. Al mismo tiempo, deben ser lo más ligeras posibles. Adicionalmente, deben estar bien equilibradas para que puedan girar con suavidad a altas velocidades, y los aros deben estar fabricados con suficiente precisión como para mantener con seguridad el neumático en su lugar.

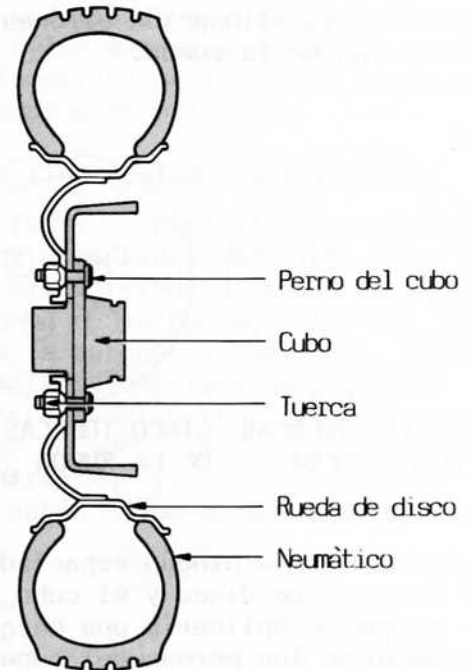


OHP 23

La rueda de disco se fija en los espárragos roscados (pernos del cubo) del cubo del eje mediante las tuercas de la rueda. Los bujes de los orificios de las tuercas y los extremos de las tuercas de la rueda están biselados para que la rueda de disco se centre automáticamente en el cubo del eje durante el ensamble.

### REFERENCIA

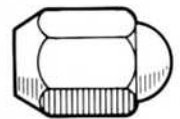
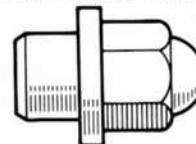
Sin embargo, en la mayor parte de ruedas de disco de aluminio, los bujes de los orificios de las tuercas son planos. En su lugar, se usa un orificio central para ayudar a alinear el disco de la rueda con el cubo del eje.



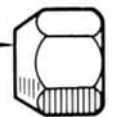
Se usan dos tipos de tuercas de rueda: uno es para ruedas de acero prensado con bujes de tuercas de rueda biselados, y el otro está diseñado para su empleo exclusivo en ruedas de aleación de aluminio que tienen bujes de tuerca de rueda planos. No mezcle nunca diferentes tipos de tuercas de rueda.

PARA BUJE PLANO

PARA BUJE BISELADO



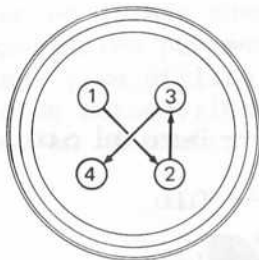
Rueda de superficies con extremo biselado



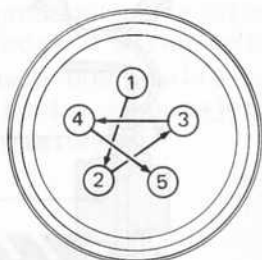


**IMPORTANTE!**

- No aplique nunca grasa ni aceite a las roscas de los pernos del cubo ni a las tuercas porque podría ocasionar el aflojamiento de las tuercas.
- Siga siempre el patrón cruzado como se muestra a continuación para apretar las tuercas de la rueda, de este modo se evitará la alineación errónea y la deformación de la rueda.



CUATRO TUERCAS DE LA RUEDA



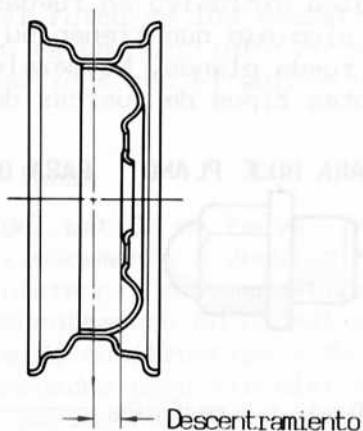
CINCO TUERCAS DE LA RUEDA

OHP 24

- No inserte nunca ningún espaciador entre la rueda de disco y el cubo del eje porque se aplicaría una carga innecesaria en los pernos del cubo y, a su vez, en el semieje y vástago, al aumentar el descentramiento de la rueda\*. (ver pág. 10).

\* La distancia entre la superficie de instalación del cubo del eje y la línea central del aro.

Línea central del aro



OHP 24



## RENDIMIENTO DEL NEUMATICO

Los neumáticos están diseñados para ofrecer el óptimo rendimiento para el propósito en particular para el que se usarán, y se adoptan neumáticos con las características más adecuadas para el vehículo para las condiciones de marcha dadas.

A fin de adquirir los procedimientos adecuados de servicio, es necesario comprender las características generales de los neumáticos. Por lo tanto, en este capítulo lo trataremos de los puntos siguientes:

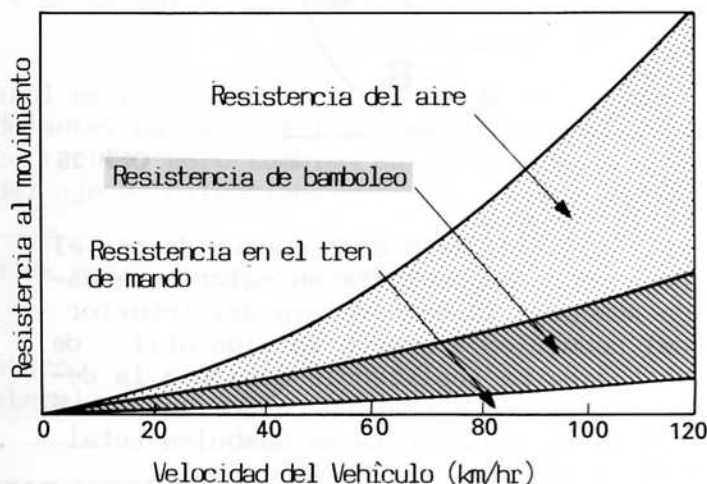
- . Resistencia de bamboleo del neumático
- . Generación de calor de los neumáticos
- . Rendimiento de frenaje de los neumáticos
- . Ruido del patrón
- . Ondas permanentes
- . Hidroplaneamiento
- . Rendimiento de virajes
- . Desgaste del neumático

### 1. RESISTENCIA DE BAMBOLEO DEL NEUMATICO

Una importante parte de la potencia de salida del motor es consumida por las resistencias siguientes generadas durante la marcha del vehículo:

- . Fricción en el tren de mando - en la transmisión, engranajes del diferencial, cojinetes y otros componentes, así como la resistencia causada por el aceite.
- . Resistencia de inercia durante la aceleración.
- . En una cuesta, resistencia a la subida debido a la gravedad, etc.
- . Resistencia del aire
- . Resistencia del bamboleo de los neumáticos.

El gráfico siguiente muestra como cambian estas resistencias con la velocidad de marcha. A velocidades bajas, la resistencia de bamboleo de los neumáticos es el mayor factor que contribuye a la resistencia del vehículo al movimiento, lo cual aumenta a medida que se acelera el vehículo.



### CAUSAS DE LA RESISTENCIA DE BAMBOLEO DEL NEUMATICO

Dos son los principales factores que causan la resistencia de bamboleo del neumático:

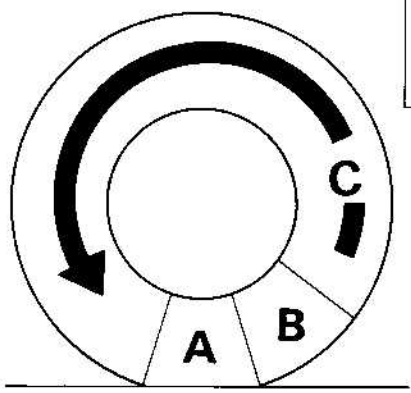
- ① Resistencia de Fricción entre un Neumático y la Superficie de la Carretera

La resistencia de fricción se genera a medida que la banda del neumático se desplaza por la superficie de la carretera. Esta resistencia, que comprende del 5 al 10% del total de la resistencia de bamboleo, fluctúa según las condiciones de la carretera, construcción de los neumáticos, patrón de la banda y otros factores.

- ② Resistencia debida a la Deformación de los Neumáticos

Cuando el vehículo está en marcha, la parte de la banda que se pone en contacto con la carretera cambia continuamente, forzando la banda, costados, etc., por un ciclo de deformación para la rotación de cada rueda. Este ciclo consume parte de la energía requerida para hacer girar los neumáticos y genera resistencia.





(A) : CONTRACCION  
 (B) : EXPANSION  
 (C) : RETORNO A LA FORMA NORMAL

OHP 25

La energía de este modo consumida por el neumático se convierte en calor, que hace aumentar la temperatura del interior del neumático y acorta su vida útil de servicio. La resistencia debida a la deformación del neumático supone un 90% o más de la resistencia de bamboleo total del neumático.

**FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA DE BAMBOLEO**

La resistencia de bamboleo del neumático se encuentra mediante la fórmula siguiente:

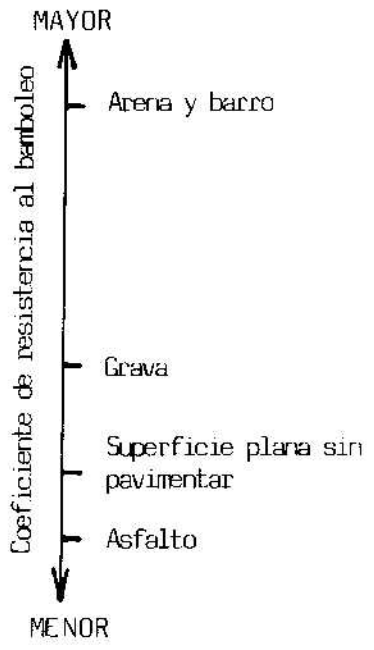
$$R = k \cdot W$$

- donde R : Resistencia de bamboleo del neumático
- k : Coeficiente de resistencia de bamboleo
- W : Carga aplicada al neumático

El coeficiente de resistencia de bamboleo varía según las condiciones de la superficie de la carretera, velocidad del vehículo, presión de inflado, tipo de neumático, construcción, patrón de banda y otros factores.

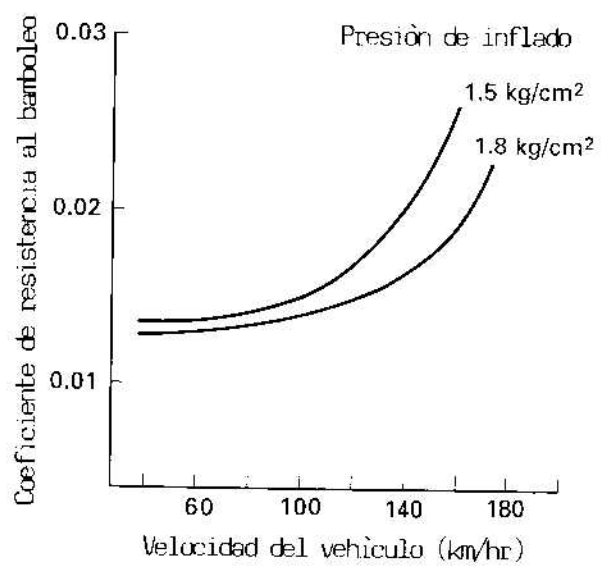
**① Superficie de la Carretera**

El coeficiente de resistencia de bamboleo varía según las condiciones de la superficie de la carretera por la que circula el vehículo:



**② Velocidad del Vehículo**

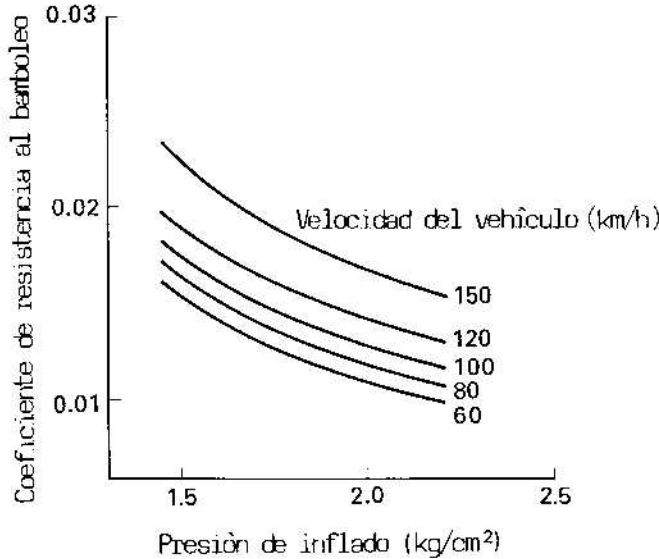
El coeficiente de resistencia del bamboleo aumenta gradualmente hasta la velocidad de 100 km/hr y rápidamente a partir de esta velocidad. Este rápido aumento se debe a la onda permanente (ver pág. 46) generada por la deformación de la banda del neumático a velocidades más altas del vehículo.





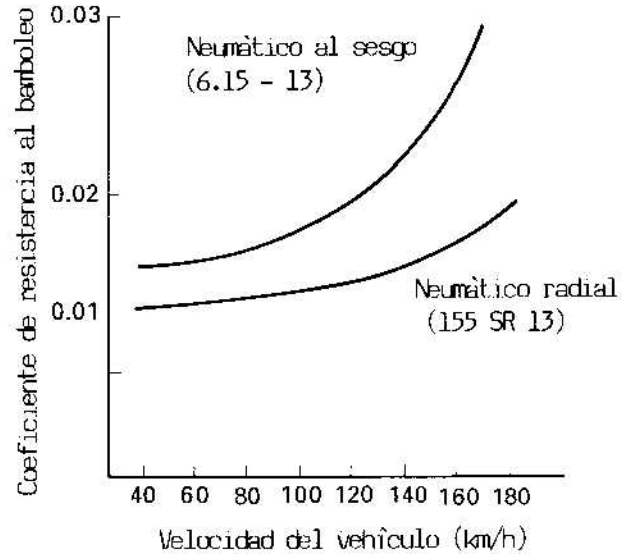
### ③ Presión de Inflado

El coeficiente de resistencia de bamboleo se reduce a medida que aumenta la presión de inflado. En este caso se reduce la flexura vertical, por lo que se pierde menos energía por deformación del neumático y fricción interna correspondiente.



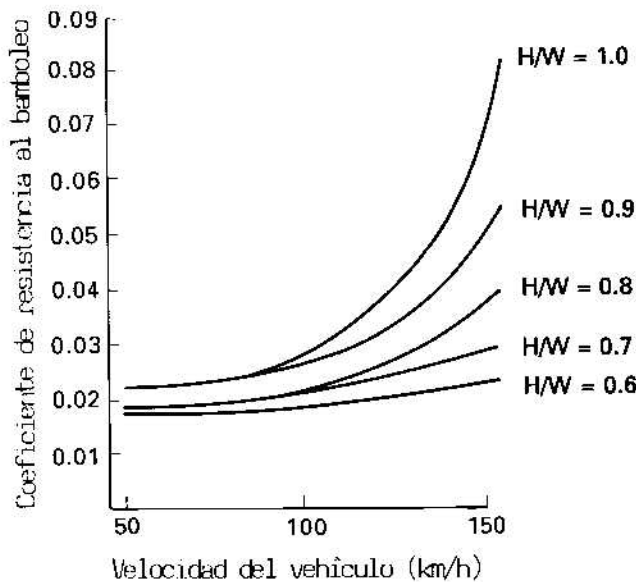
### ⑤ Estructura del Neumático

El neumático radial tiene menos resistencia de bamboleo que el neumático al sesgo porque el primero se dobla principalmente en la dirección radial, mientras que la carcasa del otro tipo está sujeta a la deformación de la banda.



### ④ Relación del Aspecto del Neumático

Al reducir la relación de aspecto, se aumenta la rigidez del neumático, lo cual, a su vez reduce la flexura del neumático, por lo que baja el coeficiente de resistencia de bamboleo.



### REFERENCIA

Resistencia de bamboleo del neumático y consumo de combustible. El consumo de combustible de un vehículo varía con la resistencia al movimiento del vehículo. Por lo tanto, la resistencia de bamboleo resultante no puede dejarse de lado. Por lo general, un automóvil provisto de neumáticos radiales consume aproximadamente el 18% menos combustible que otro con neumáticos al sesgo.





## 2. GENERACION DE CALOR DE LOS NEUMATICOS

Puesto que la goma, cordones de las capas y demás componentes principales del neumático no son completamente elásticos, tienen mayor pérdida de histéresis\* porque absorben energía durante la flexión del neumático y la convierten en calor. Puesto que estos materiales son malos conductores del calor, no son capaces de disipar con rapidez el calor generado, por lo que tal calor se acumula en el interior del material del neumático, haciendo que aumente la temperatura interna del mismo. La acumulación excesiva de calor debilita la adhesión entre capas pudiendo incluso reventar el neumático. La acumulación térmica en el interior del neumático varía según factores tales como la presión de inflado, carga, velocidad del vehículo, profundidad de las estrias de la banda y construcción de la carcasa.

### REFERENCIA

\* Pérdida de histéresis

Cuando un material que no es completamente elástico se deforma bajo una carga, la fricción interna convierte parte de la energía en calor, produciendo una pérdida de energía conocida como pérdida de histéresis.

### PRESION DE INFLADO

Puesto que el neumático es más flexible cuando menor es la presión de inflado, las presiones de inflado excesivamente bajas hacen que el neumático flexione más y que aumente la fricción interna, haciendo que aumente la temperatura interna del neumático.

### CARGA

El aumento de la carga produce efectos similares a los de la reducción de la presión de inflado: aumenta la temperatura interna del neumático porque tiene que doblarse más. Al mismo tiempo se aplican cargas adicionales a los talones y rebordes del neumático, cargas que pueden ocasionar la separación o reventón.

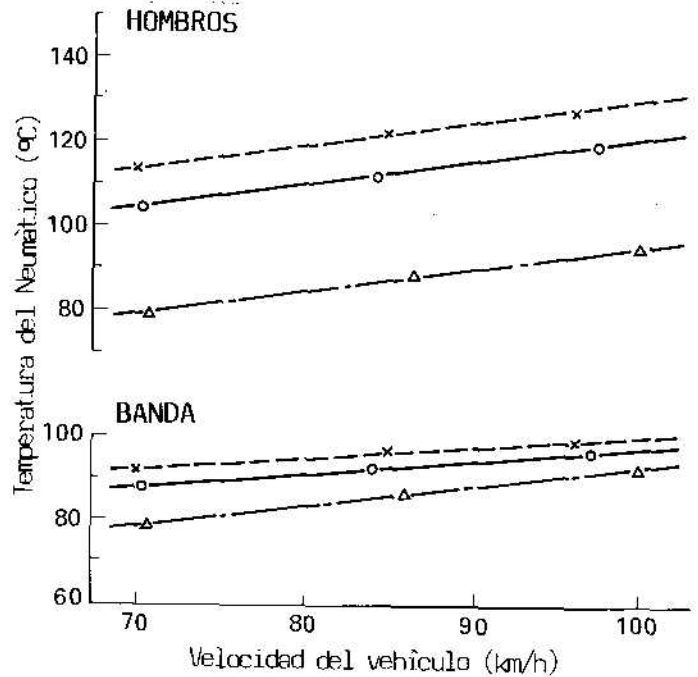
### VELOCIDAD DEL VEHICULO

La temperatura interna aumenta con la velocidad del vehículo porque se fuerza el neumático a doblarse con más rapidez.

## CONSTRUCCION DEL NEUMATICO

El neumático radial tiene correas rígidas que retienen con seguridad la carcasa de modo que la banda que se pone en contacto con la superficie de la carretera queda menos sujeta a deformación. Puesto que las correas reducen la flexión de la banda, el neumático genera menos calor y la temperatura no sube tanto como en el neumático al sesgo. Los neumáticos radiales reforzados con acero radian más calor porque las capas de cordones de acero poseen mayor conductividad del calor.

Adicionalmente, en los neumáticos sin cámara, el calor no aumenta tanto como en los neumáticos con cámara porque el aire del interior está directamente en contacto con los aros y puede así radiar su calor con más facilidad.



Neumático al sesgo con cámara 10.00 - 20 14 PR ---x---  
 Neumático al sesgo sin cámara 11 - 22.3 14 PR —o—  
 Neumático radial con cámara 10.00R20 14PR ---Δ---

### — IMPORTANTE ! —

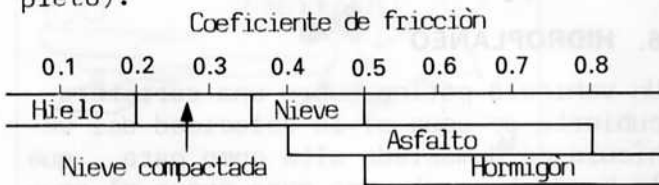
Los datos de arriba son para neumáticos utilizados en camiones y autobuses, que tienen bandas y capas de carcasa más gruesas. Puesto que los componentes de estos neumáticos son malos conductores de calor, cuanto más gruesas son las capas, más interfieren la radiación térmica, haciendo que aumente la temperatura del neumático.





### 3. RENDIMIENTO DE FRENAJE

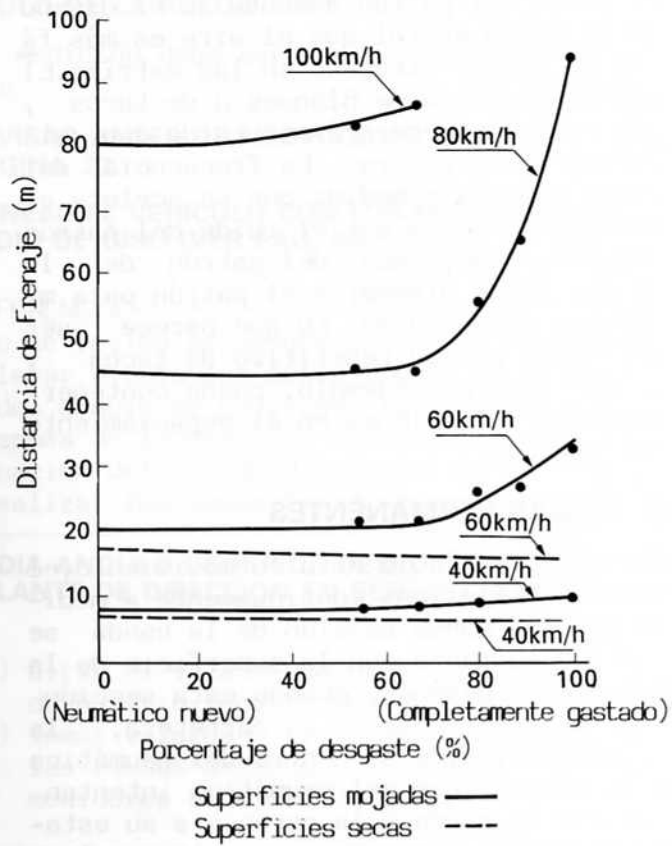
Los automóviles reducen la velocidad y se detienen generando fricción entre los neumáticos y la superficie de la carretera. La cantidad de fuerza de frenaje generada depende de la condición de la superficie de la carretera, tipo de neumático, construcción del neumático y otras condiciones bajo las que operan los neumáticos. El rendimiento de frenaje de un neumático se evalúa por su coeficiente de fricción. Cuanto menor es el valor, menos fricción genera el neumático y mayor es la distancia de frenaje (distancia que se desplaza el vehículo desde el primer momento en que se pisa el pedal del freno hasta que el vehículo se para por completo).



#### COEFICIENTES DE FRICCIÓN Y CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA

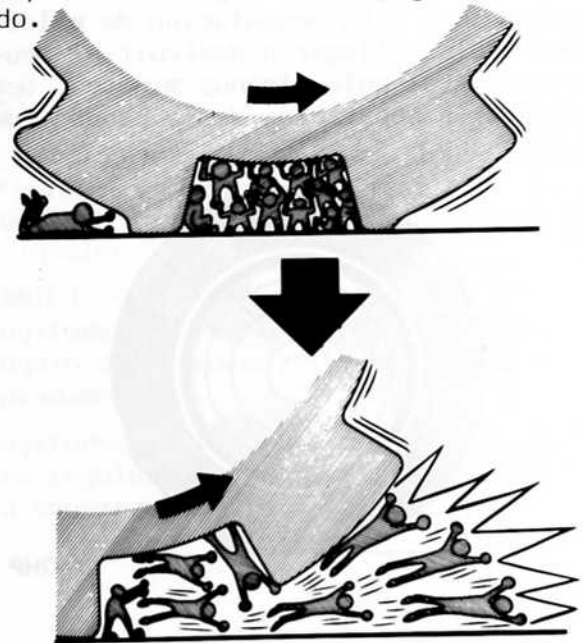
#### DESGASTE DEL NEUMÁTICO Y DISTANCIA DE FRENAJE

El desgaste de los neumáticos no afecta mucho la distancia de frenaje circulando por una superficie seca. Sin embargo, sobre una superficie mojada, la distancia de frenaje es considerablemente más larga. El rendimiento de frenaje es malo porque el patrón de la banda se ha gastado hasta un punto en el que no puede drenar el agua entre la banda y la superficie de la carretera ocasionando el hidropneumático (ver página siguiente).



### 4. RUIDO DEL PATRÓN

El ruido del patrón es el sonido que más se distingue del neumático. Las estrías de la banda al ponerse en contacto con la superficie de la carretera contienen aire, el cual queda atrapado y comprimido entre las estrías y la superficie de la carretera. Cuando la banda deja la superficie de la carretera, el aire comprimido sale de forma explosiva de las estrías, generando ruido.





El ruido del patrón aumenta si el diseño de la banda es tal que el aire es más fácil de quedar atrapado en las estrías. El patrón de banda de bloques o de tacos, por ejemplo, generará más ruido que el patrón de nervaduras. La frecuencia del ruido aumenta a medida que se acelera el vehículo. Puesto que el ruido del patrón depende, como vemos, del patrón de la banda, puede diseñarse el patrón para minimizar dicho ruido. Lo que parece ser un simple patrón repetitivo de tacos y en zig zag, por ejemplo, puede contener pequeñas variaciones en el espaciado del patrón.

## 5. ONDAS PERMANENTES

Cuando el vehículo está en movimiento, el neumático flexiona continuamente a medida que una nueva sección de la banda se pone en contacto con la superficie de la carretera. Después, cuando esta sección deja la superficie de la carretera, la presión del aire de dentro del neumático y la elasticidad del neumático intentan reponer la banda y la carcasa a su estado original. Sin embargo, a altas velocidades del vehículo, el neumático gira con demasiada rapidez como para dar tiempo suficiente para ello. Este proceso se repite continuamente a intervalos tan cortos, que ocasiona oscilaciones en la banda. Estas oscilaciones, que se denominan ondas permanentes, se propagan continuamente en torno al neumático. La mayor parte de energía encerrada en las ondas permanentes se convierte en calor, lo cual provoca el gran aumento de la temperatura del neumático. Bajo ciertas circunstancias, esta acumulación de calor puede incluso llegar a destruir el neumático en tal solo algunos minutos, ocasionando la separación de la banda de la carcasa.

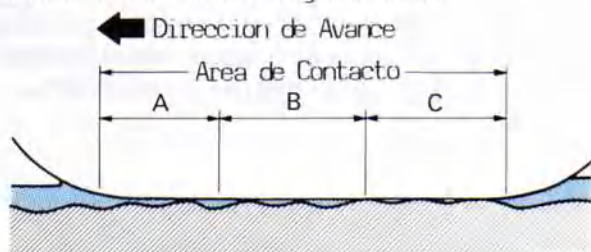


OHP 25

Generalmente, la velocidad máxima permisible para los neumáticos de un automóvil de pasajeros se determina por la velocidad del vehículo a la que se generan las ondas permanentes; por ejemplo, aproximadamente 150 km/h para un neumático al sesgo. Sin embargo, este valor es menor si la presión de inflado es menor. Por otro lado, los neumáticos radiales pueden soportar velocidades más altas del vehículo porque su carcasa, bien asegurada por las correas rígidas, queda menos sujeta a la deformación. Los neumáticos para autobuses y camiones tienen pocos problemas con las ondas permanentes, porque tales vehículos corren a velocidades normales y utilizan presiones de inflado más altas.

## 6. HIDROPLANEO

Un vehículo patina sobre una carretera cubierta de agua si la velocidad del vehículo es demasiado alta como para que la banda tenga tiempo para sacar el agua de la superficie de la carretera para poder obtener una adhesión firme. La razón de ello es que, al aumentar la velocidad del vehículo, la resistencia del agua aumenta consecuentemente, forzando los neumáticos a una "flotación" sobre la superficie del agua. Este fenómeno se conoce como hidroplaneo. Este efecto es similar al esquí acuático; el esquiador acuático se hunde en el agua a bajas velocidades, pero empieza a deslizarse por el agua a medida que aumenta la velocidad. La parte de la banda que se pone en contacto con la carretera puede dividirse en las tres zonas siguientes:



OHP 26

A: Zona de Drenaje  
 Empuja el agua a un lado o la bombea por las estrías en zig zag y los canales de la banda.





B: Zona de Frotamiento

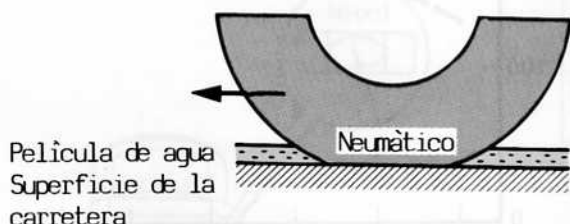
La película de agua remanente se hace subir con los sipes.

C: Zona de Adhesión (zona de fricción)

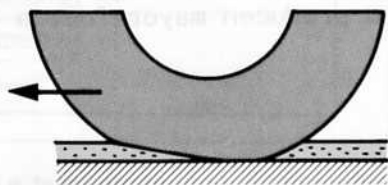
El patrón del neumático se adhiere al resto del área de contacto ahora seca.

A velocidades más lentas, la zona C está en su punto más ancho, por lo que el neumático se adhiere bien a la carretera, generando suficiente fricción entre la banda y la superficie de la carretera. Sin embargo, a medida que acelera el vehículo, se reduce la fricción del neumático porque la zona A se expande gradualmente a expensas de las zonas B y C. El vehículo hidroplaneará con mayor facilidad si la profundidad del agua es de más de 2,5-10,0 mm.

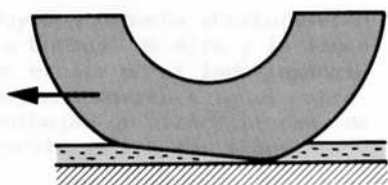
Paso 1: La banda está completamente en contacto con la superficie de la carretera.



Paso 2: Una película de agua en forma de cuña penetra gradualmente entre la banda y la superficie de la carretera (hidroplaneo parcial).



Paso 3: La banda se eleva por completo de la superficie de la carretera (hidroplaneo completo).



REFERENCIA

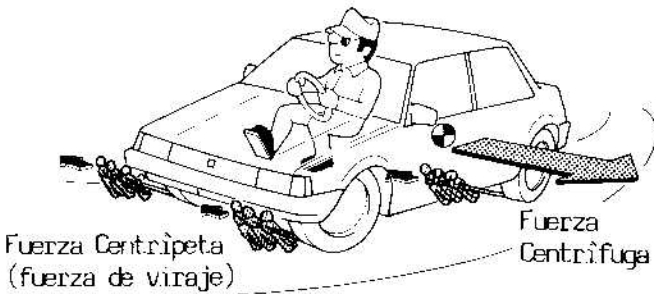
El hidroplaneo no sólo puede causar la pérdida del control de la dirección, sino que puede reducir o anular la efectividad del frenaje, haciendo que el conductor pierda el control del vehículo. Huelga decir que esta situación es muy peligrosa, por lo que deben tomarse las precauciones siguientes para evitar el hidroplaneo:

- ① No utilice neumáticos con la banda gastada. A medida que se desgasta el neumático, la banda alcanza un punto en el que las estrías de la misma no pueden drenar el agua que se pone entre el neumático y la carretera con la suficiente rapidez como para evitar el hidroplaneo.
- ② Reduzca la velocidad sobre carreteras mojadas, porque las altas velocidades aumentan la resistencia del agua e inducen hidroplaneo.
- ③ Aumente la presión de inflado para oponerse a la presión del agua porque se fuerza bajo la banda y retarda el hidroplaneo.



## 7. RENDIMIENTO DE VIRAJES

Los virajes vienen siempre acompañados de fuerza centrífuga, que intenta forzar el vehículo a girar en un arco mayor que el que se propone el conductor a menos que el vehículo pueda generar una contrafuerza suficiente, es decir, fuerza centrípeta, para equilibrarla. Esta fuerza centrípeta se genera mediante la deformación y derrape de la banda que ocurre debido a la fricción entre el neumático y la superficie de la carretera, esto se denomina fuerza de viraje.

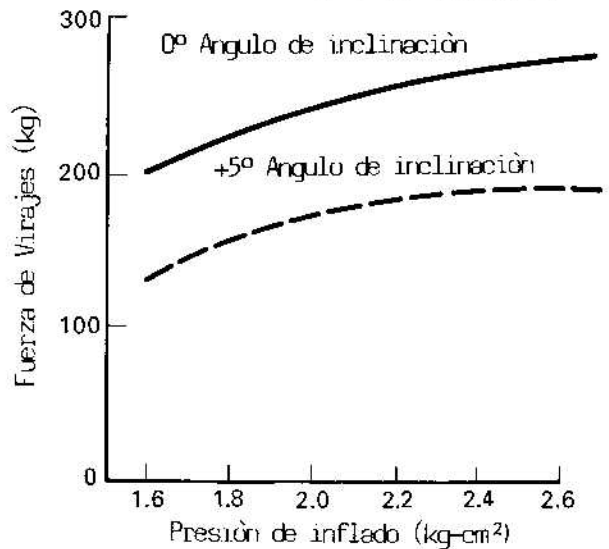


OHP 27

Esta fuerza de viraje es la fuerza que estabiliza el vehículo durante el viraje. El rendimiento de viraje del vehículo varía según lo siguiente:

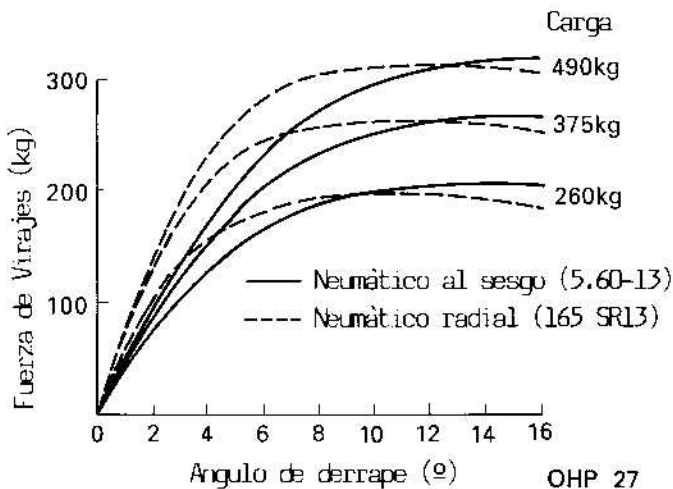
- ① Especificaciones del neumático (patrón de la banda, ángulo de los cordones, clasificación de capas).
- ② La carga aplicada a la banda del área de contacto. (La fuerza de viraje aumenta con la carga).

- ③ Tamaño del neumático. (La fuerza de viraje aumenta con el tamaño).
- ④ Condiciones de la superficie de la carretera. (La fuerza de viraje cae rápidamente si la carretera está mojada o cubierta de nieve).
- ⑤ Presión de inflado. (La fuerza de viraje aumenta a medida que el neumático es más rígido bajo presión más alta).
- ⑥ Ángulo de inclinación de las ruedas con relación al piso. (La reducción del ángulo positivo de inclinación de las ruedas, formado por la línea central de la rueda y la carretera, incrementa la fuerza de viraje).



OHP 27

- ⑦ Anchura de aros. (Los neumáticos más anchos son más rígidos y por lo tanto producen mayor fuerza de viraje).



OHP 27

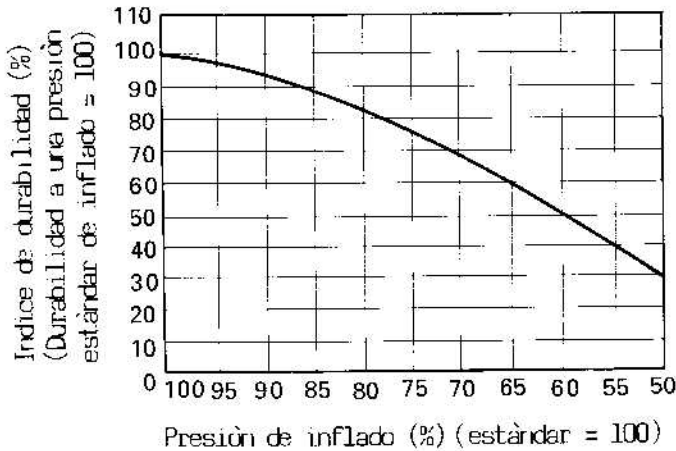


## 8. DESGASTE DEL NEUMATICO

El desgaste del neumático es la pérdida o daños de la banda y demás superficies de goma debida a la fricción generada cuando el neumático derrapa sobre la carretera. Varía según la presión de inflado, carga, velocidad del vehículo, frenaje, condiciones de la superficie de la carretera, temperatura y otros factores.

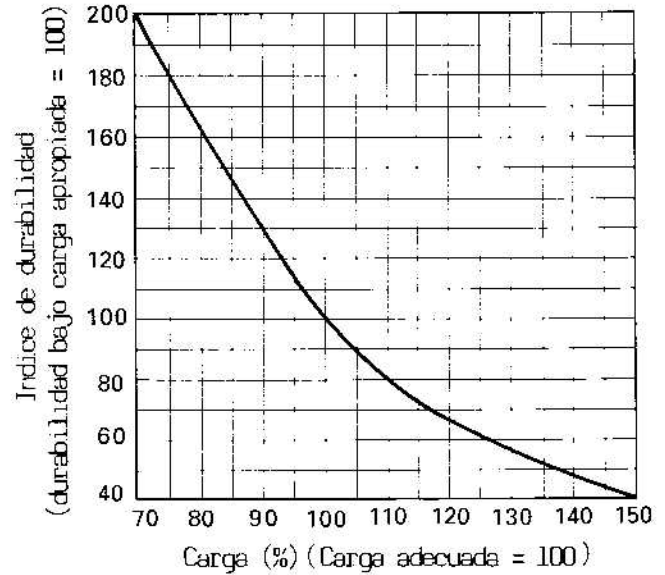
### PRESION DE INFLADO

La presión de inflado insuficiente acelera el desgaste del neumático al permitir que la banda flexione excesivamente al ponerse en contacto con la carretera.



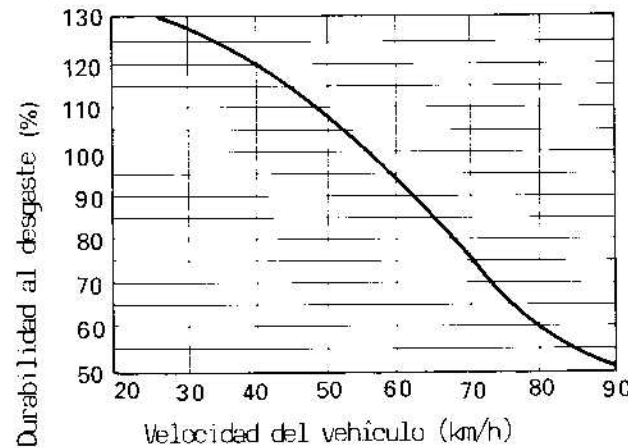
### CARGA

Una mayor carga acelera el desgaste del neumático del mismo modo que la reducción de la presión de inflado. El neumático también se desgasta con más rapidez durante los virajes, cuando el vehículo va muy cargado porque la mayor fuerza centrífuga durante el viraje hace que el vehículo genere mayor fuerza de viraje, generando de este modo más fricción entre el neumático y la superficie de la carretera.



### VELOCIDAD DEL VEHICULO

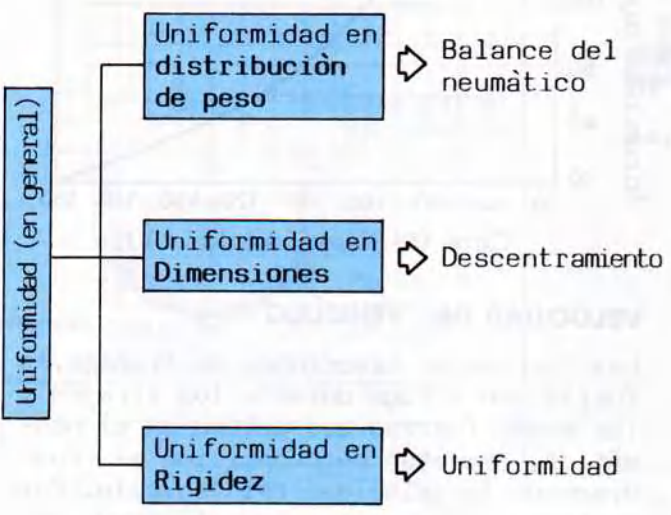
Las fuerzas de tracción y de frenaje, la fuerza centrífuga durante los virajes y las demás fuerzas que actúan en el neumático, aumentan en proporción al cuadrado de la velocidad del vehículo. Por lo tanto, al aumentar la velocidad del vehículo, se multiplican estas fuerzas, aumentando la fricción generada entre la banda y la superficie de la carretera, y acelerando de este modo el desgaste del neumático. Además de estos factores, el estado de la carretera influye también en gran medida en el desgaste del neumático: una carretera en mal estado ocasionará un desgaste más rápido en el neumático que una carretera uniforme.



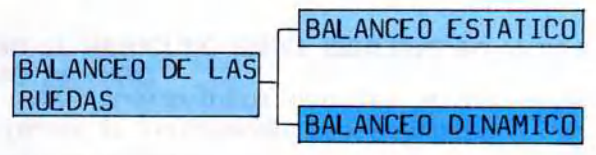


# UNIFORMIDAD DEL NEUMATICO

La uniformidad del neumático se refiere a la uniformidad de dimensiones, peso y de rigidez. Sin embargo, puesto que la uniformidad del peso es llamado balanceo del neumático y la uniformidad de las dimensiones es llamado descentramiento, la uniformidad usualmente se refiere a uniformidad de rigidez.



El balanceo de las ruedas implica el equilibrio del peso de todo el conjunto de la rueda; es decir, de la rueda de disco con el neumático instalado. El balanceo de las ruedas puede dividirse en el balanceo estático, cuando el conjunto de la rueda está en reposo; y balanceo dinámico, cuando está en rotación.



VIBRACION DEBIDO A MAL BALANCEO

OHP 28

## 1. BALANCEO DE LAS RUEDAS

Debido a las mejoras del motor, del manejo y del rendimiento de frenaje y a las medidas aerodinámicas de la carrocería, es posible cada año circular a velocidades más altas.

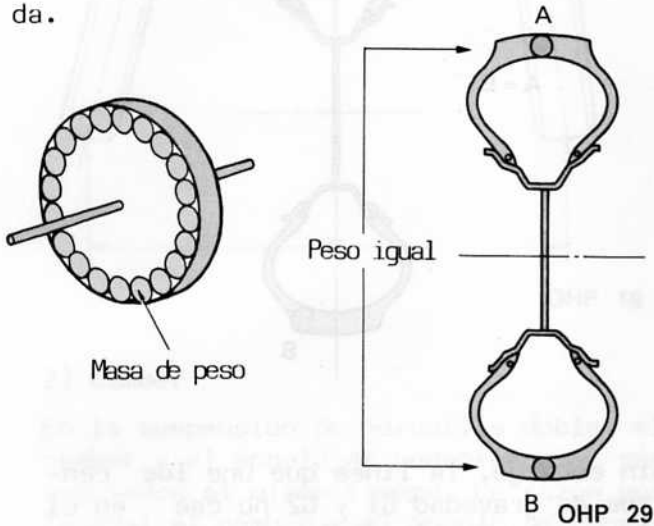
A altas velocidades, un conjunto de las ruedas desequilibradas puede crear vibraciones que se transmiten a la carrocería a través de los componentes de la suspensión, causando perturbaciones al conductor y a los pasajeros.

Por lo tanto, es necesario balancear los conjuntos de las ruedas correctamente para poder eliminar tales vibraciones y esta operación es lo que denominamos balanceo de las ruedas.

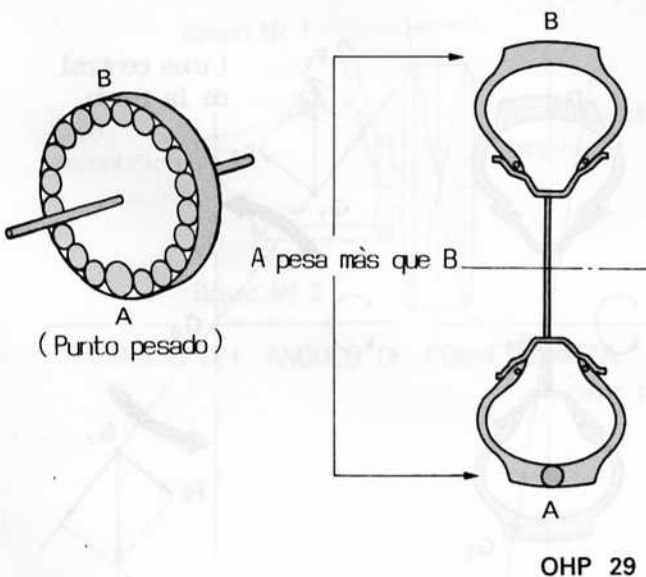


### BALANCEO ESTÁTICO

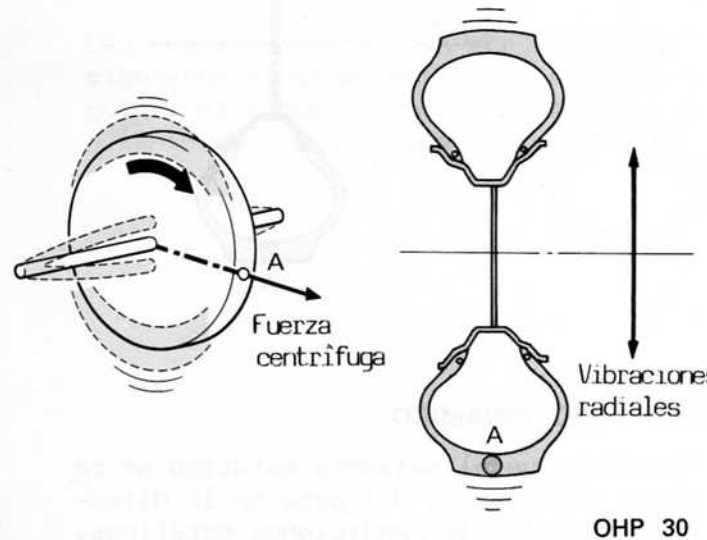
Para comprender el balanceo estático, imagínese un conjunto de rueda uniforme, libremente girando, montado en un eje. Si el peso del neumático está uniformemente distribuido en torno al eje de la rueda, un punto particular de la rueda puede ponerse en reposo en cualquier posición. En tales casos, se dice que el conjunto de la rueda está estáticamente balanceada.



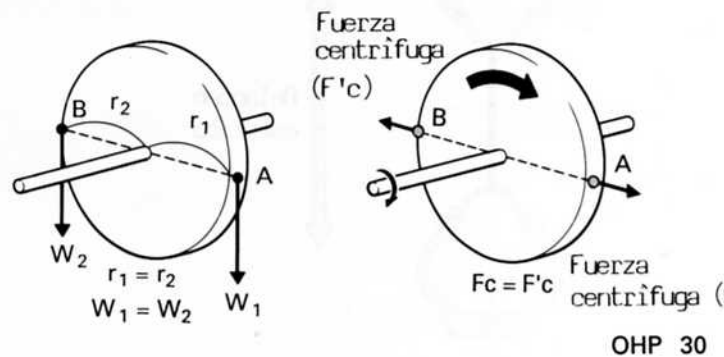
Sin embargo, si siempre se pone en reposo con cierta parte (A) en la parte inferior, la parte A es obviamente más pesada que las otras partes de lado opuesto de la rueda (B). Si el peso no se distribuye uniformemente en torno al eje, se dice que la rueda está estáticamente desbalanceada.



Cuando se gira un conjunto de rueda desbalanceada, la fuerza centrífuga que actúa en A será mayor que la fuerza que actúa en cualquier otro punto, por lo que A intentará moverse hacia afuera desde el centro de la rueda, doblando el eje y produciendo vibraciones radiales a medida que gira la rueda. En realidad, en el automóvil, esta vibración radial se convierte en vibración vertical mediante el funcionamiento de la suspensión y se transmite a través de la carrocería al volante de dirección.



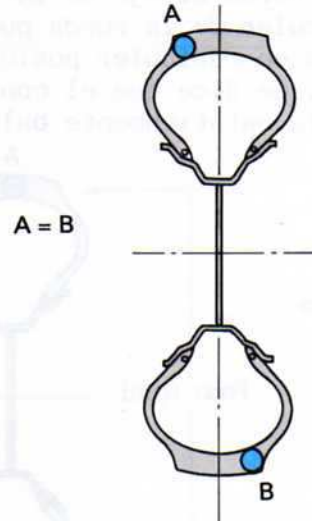
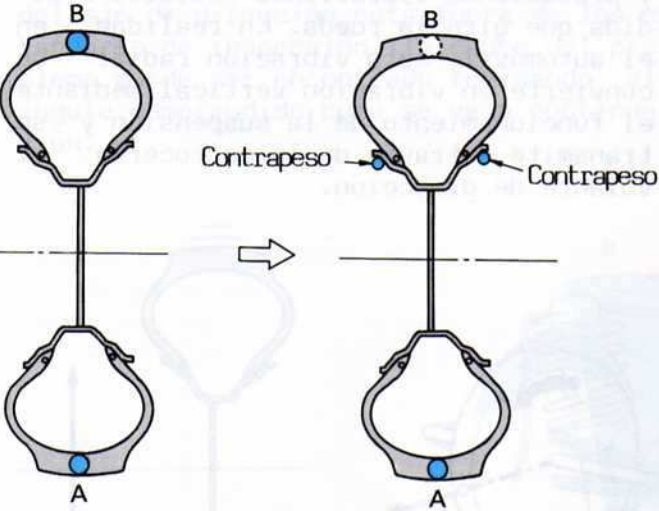
Uniendo a B, que está 180° opuesto a A y a la misma distancia del centro, un contrapeso ( $W_2$ ) con un peso igual que el peso de exceso de A ( $W_1$ ), se eliminarán las vibraciones porque  $W_2$  contraequilibrará  $W_1$ . La fuerza centrífuga que actúa en B cancelará la que actúa en A, evitando de este modo que vibren el eje y la rueda mientras gira el conjunto de la rueda. En otras palabras, el balanceo estático se traduce a balanceo centrífugo al girar la rueda.





Puesto que es imposible unir contrapesos a la misma banda del neumático, hay dos contrapesos de igual tamaño unidos a la parte interior y exterior del aro de la rueda de disco, en la opuesta a A.

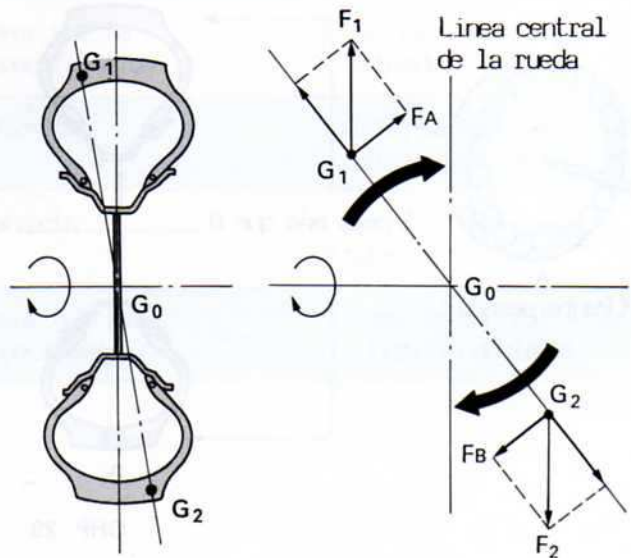
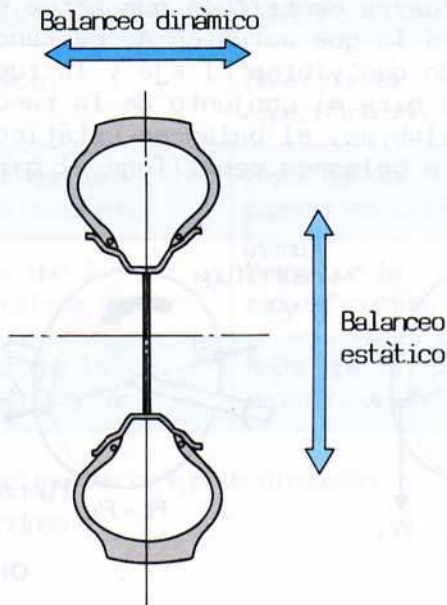
Supongamos que se hayan unido dos contrapesos A y B, a la rueda como se muestra en la ilustración de abajo. Esto causaría que la rueda estuviera estáticamente balanceada.



**BALANCEO DINAMICO**

Mientras que el balanceo estático se refiere al balanceo del peso en la dirección radial bajo condiciones estáticas, el balanceo dinámico se refiere al balanceo del peso en la dirección axial cuando gira la rueda. Por definición, el desbalanceo dinámico no es visible mientras el conjunto de la rueda está en reposo.

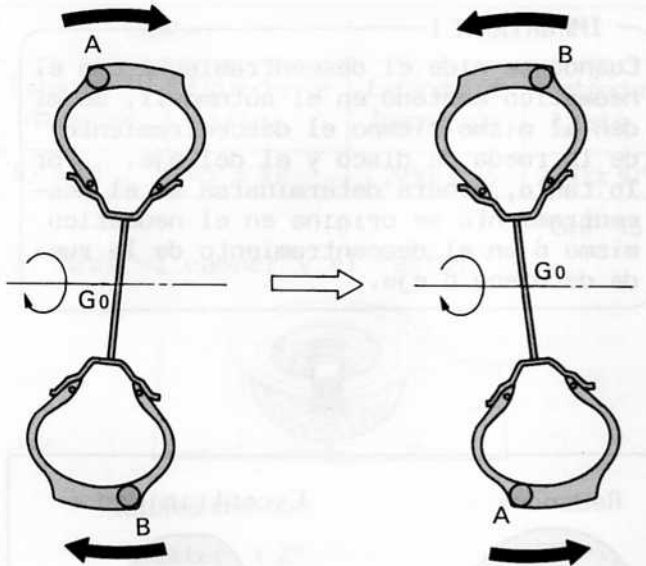
Sin embargo, la línea que une los centros de gravedad  $G_1$  y  $G_2$  no cae en el plano de rotación de la línea central vertical de la rueda. Consecuentemente, a medida que gira la rueda, los puntos  $G_1$  y  $G_2$  intentan acercarse a la línea central de la rueda debido a los momentos  $F_A$  y  $F_B$ , que actúan cerca del centro de gravedad del conjunto de la rueda ( $G_0$ ). Estos momentos se crean mediante las fuerzas centrífugas ( $F_1$  y  $F_2$ ) que actúan en  $G_1$  y  $G_2$ .



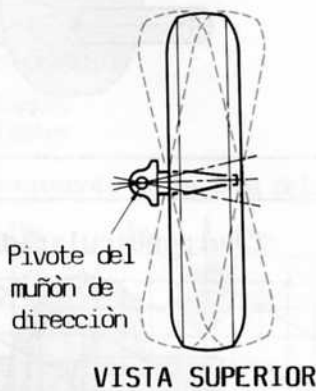
$F_1 = F_2$   
 $F_A = F_B$



Cada vez que el conjunto de la rueda gira 180°, este momento de fuerza cambia de dirección, creando vibraciones laterales con respecto al plano de rotación de la rueda. Estas vibraciones laterales, a su vez, causan una condición denominada abanqueo del volante de dirección, que son unas oscilaciones circunferenciales del volante de dirección.

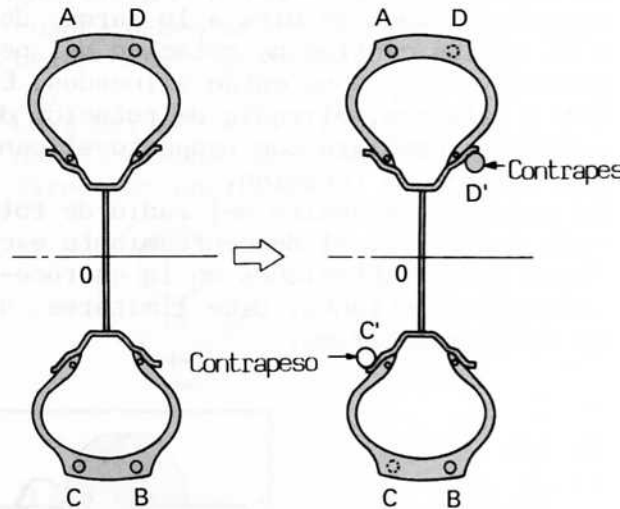


OHP 31



ABANQUEO DEL VOLANTE DE DIRECCION

El balanceo dinámico inadecuado se corrige uniendo dos contrapesos en el conjunto de la rueda; uno con el mismo peso que A en la posición C y otro con el mismo peso que B en la posición D. Uniendo estos contrapesos, se cancelan los momentos en torno al centro  $G_0$ , eliminando de este modo las vibraciones. En el automóvil real, los contrapesos del tamaño adecuado se unen en el aro de la rueda en los puntos C' y D'.



**IMPORTANTE !**

El balanceo dinámico raramente existe de forma independiente; en la mayor parte de los casos el desbalanceo estático está también presente. Por lo tanto, es necesario corregir estos dos problemas al mismo tiempo.

Para balancear el conjunto de las ruedas se usa una máquina denominada balanceador de ruedas. Mientras que algunas máquinas detectan y corrigen por separado el equilibrio dinámico y el estático, la mayor parte de máquinas actuales lo hacen simultáneamente.

Existen balanceadores de ruedas "fuera del vehículo", que requieren la extracción del conjunto de la rueda del automóvil y los balanceadores "en el vehículo" que no requieren tal operación. Mientras que el primer tipo es más preciso, el balanceador del tipo en el vehículo no sólo equilibra el conjunto de las ruedas, sino que también todas las demás partes rotativas (por ejemplo, los discos y tambores del freno, ejes, etc.)

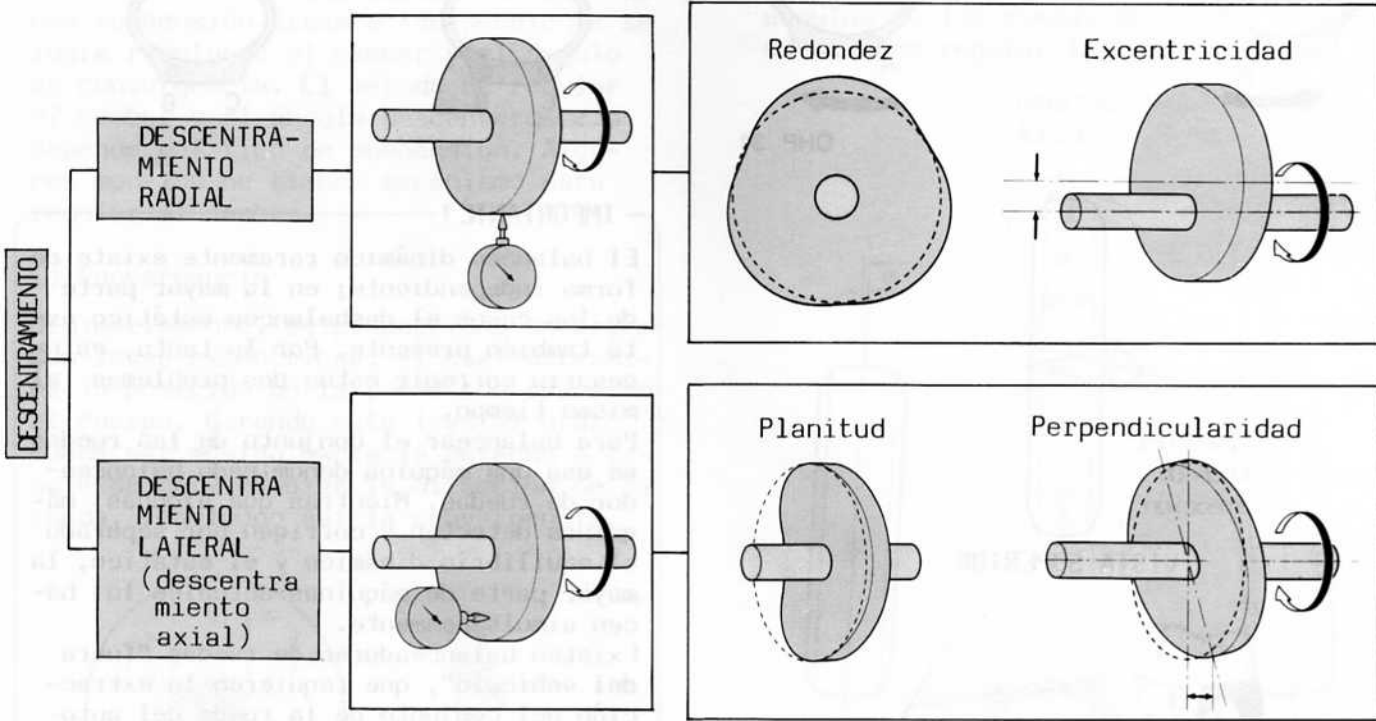


**2. DESCENTRAMIENTO**

El descentramiento se define como las fluctuaciones de las dimensiones de un neumático durante la rotación. La circunferencia del neumático no es necesariamente un círculo perfecto. Esta imperfección es inevitable porque el neumático está hecho de goma adherida a cordones pieza por pieza. Además, incluso un neumático perfectamente redondo al montarlo en un automóvil parecerá irregular cuando se mira a lo largo del eje, si los centros de rotación del neumático y del eje no están alineados. En otras palabras, el radio de rotación del neumático cambiará con respecto al centro del eje de rotación. La variación excesiva del radio de rotación (es decir, el descentramiento excesivo) causa vibraciones en la carrocería, y por lo tanto, debe limitarse a un valor específico.

El descentramiento se mide reteniendo un medidor de cuadrante contra la superficie del neumático, y observando las fluctuaciones de la aguja indicadora del medidor. Existen dos tipos de descentramiento: el de la dirección radial (descentramiento radial) y el de la dirección axial (descentramiento lateral).

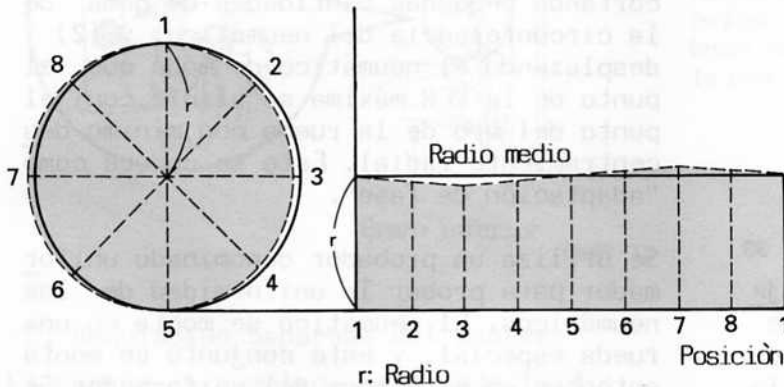
**IMPORTANTE !**  
 Cuando se mide el descentramiento con el neumático montado en el automóvil, se miden al mismo tiempo el descentramiento de la rueda de disco y el del eje. Por lo tanto, deberá determinarse si el descentramiento se origina en el neumático mismo o en el descentramiento de la rueda de disco o eje.





## DESCENTRAMIENTO RADIAL

Es difícil hacer la circunferencia del neumático perfectamente circular. Si el neumático, rueda de disco, y cubo del eje no se montan con sus centros correctamente alineados, el neumático fluctuará en la dirección radial. Cuando se gira un neumático con descentramiento radial, su radio de giro aumentará y disminuirá alternadamente, elevando y bajando el automóvil en cada rotación. A medida que aumenta la velocidad del vehículo, aumenta de igual modo este movimiento vertical, haciendo vibrar la carrocería y el volante de dirección.



## DESCENTRAMIENTO LATERAL

Las fluctuaciones en la dirección axial provocarán el desgaste anormal del neumático y una marcha inestable. Aunque la hinchazón de los costados y los daños o deformación del aro de la rueda de disco son las causas normales del descentramiento lateral, no deben descartarse otras posibilidades tales como las irregularidades del cubo del eje.

### REFERENCIA

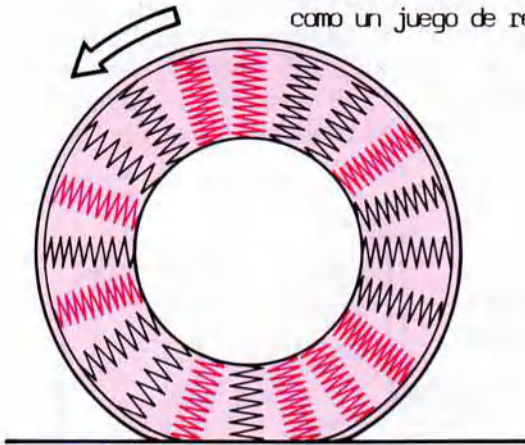
El descentramiento radial normalmente se manifiesta como desequilibrio estático y el descentramiento lateral como desequilibrio dinámico.



### 3. UNIFORMIDAD

Cuando un neumático recibe una fuerza, se flexiona, actuando como si fuera un resorte. La banda, la goma, la carcasa, la correa y los otros materiales de los que el neumático está compuesto no están uniformemente distribuidos por la circunferencia del neumático, por lo que la rigidez no es uniforme.

Puede tomarse el neumático como un juego de resortes

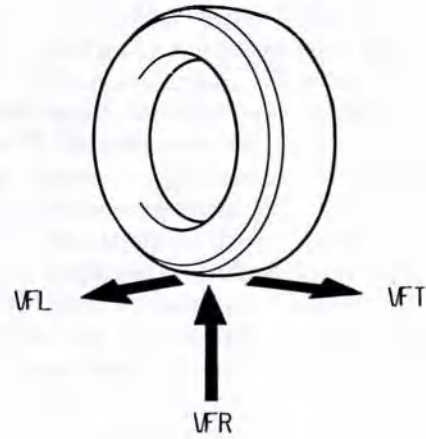


OHP 33

Como resultado, el neumático queda sujeto a sutiles fluctuaciones al flexarse cuando gira. Estas fluctuaciones introducen una variación periódica en la fuerza que recibe de la superficie de la carretera. Esta fuerza puede resolverse en tres componentes:

- ① **Variación de la Fuerza Radial (VFR)**  
 Fluctuación en la fuerza vertical que actúa ascendentemente hacia el centro del neumático (paralela al radio del neumático).
- ② **Variación de la Fuerza Lateral (VFL)**  
 Fluctuación en la fuerza horizontal que actúa en paralelo al eje del neumático.
- ③ **Variación de la Fuerza de Tracción (VFT)** - Fluctuación en la fuerza horizontal que actúa en paralelo a la dirección de movimiento del neumático.

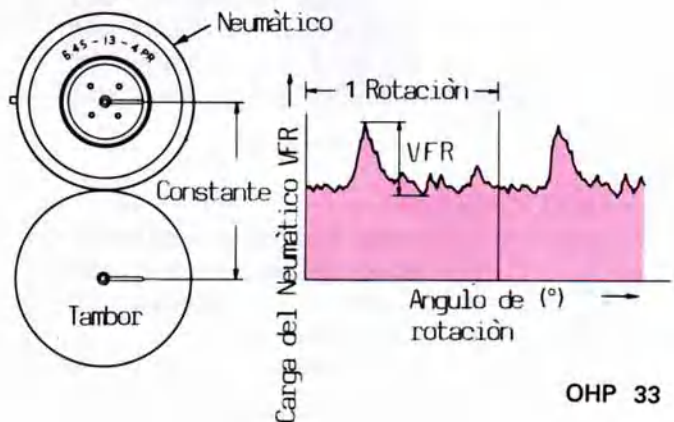
De ellas, la más importante es la VFR. En el vehículo real, un neumático con VFR impone vibraciones verticales en el eje, lo cual puede ocasionar vibraciones excesivas durante la marcha a altas velocidades.



OHP 33

Hay dos formas de reducir la VFR: (1) recortando pequeñas cantidades de goma de la circunferencia del neumático, y (2) desplazando el neumático de modo que el punto de la VFR máxima se alinee con el punto del aro de la rueda con mínimo descentramiento radial. Esto se conoce como "adaptación de fase".

Se utiliza un probador denominado uniformador para probar la uniformidad de los neumáticos. El neumático se monta en una rueda especial, y este conjunto se monta entonces en el tambor del uniformador. Se aplica una carga al neumático mediante el tambor mientras se gira lentamente el neumático, manteniendo constante la distancia entre el eje del tambor y el de la rueda. El uniformador muestra los cambios de la carga (en kg) debido a los cambios de uniformidad del neumático: cuando menor es el cambio de la carga, mayor es la uniformidad.

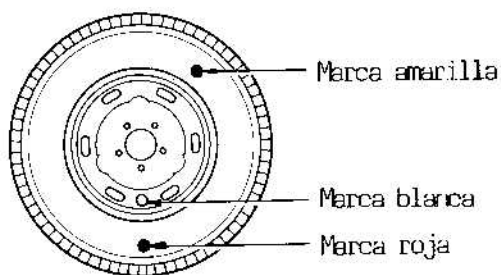


OHP 33



## REFERENCIA

Todos los neumáticos radiales usados en vehículos Toyota están marcados con puntos pintados. El punto blanco en la rueda de disco indica el punto con el mínimo descentramiento radial, el punto rojo en el neumático, el punto con la máxima VFR (variación de fuerza radial). El neumático es instalado en la rueda de disco de manera que las dos marcas estén alineadas. (La marca amarilla en el neumático indica el punto con el menor peso). Cuando se cambia un neumático genuino Toyota, asegurarse de alinear las marcas blanca y roja. Si esto no se hace se producirá vibración a alta velocidad aunque todas las partes del neumático estén correctamente balanceadas.





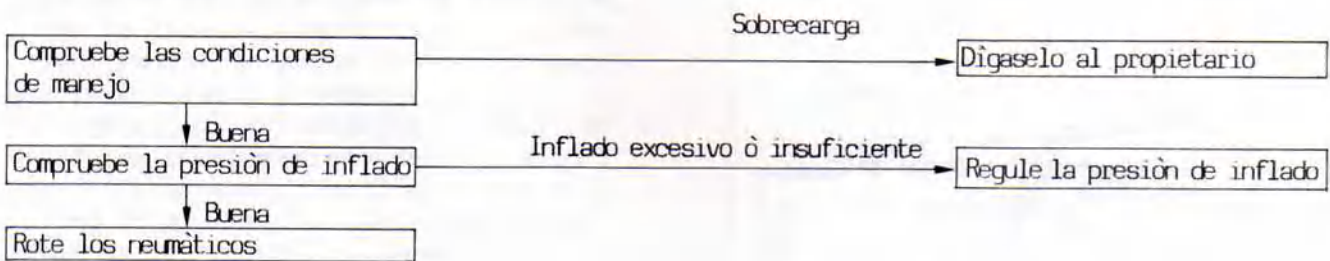
## LOCALIZACION DE AVERIAS

El motor hace rotar el semi eje ò ejes de mando, haciendo que giren las ruedas. Esto significa que los neumáticos forman parte del tren de mando. Sin embargo, los neumáticos alteran también la dirección del vehículo en base a los movimientos del engranaje de dirección. Por lo tanto, los neumáticos forman también parte del sistema de dirección. Adicionalmente, debido a que los neumáticos soportan también el peso del vehículo y absorben las sacudidas de la carretera, forman también parte del

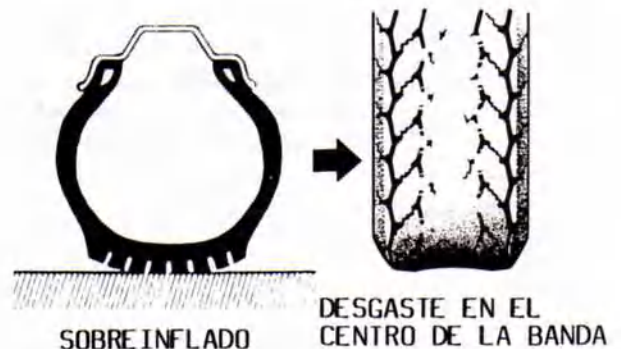
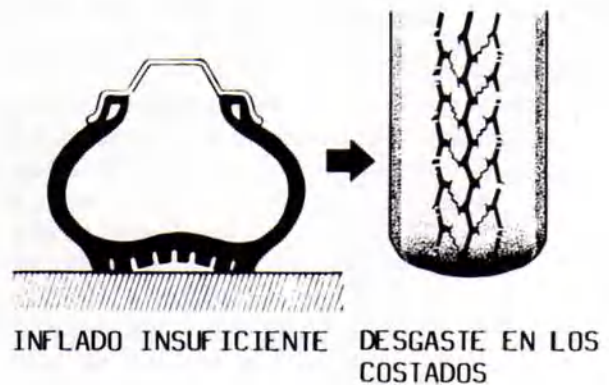
sistema de la suspensión. Por tales razones, cuando se lleva a cabo la localización de averías de los neumáticos, deberán tenerse presente estos tres sistemas: ruedas y neumáticos, dirección y suspensión. Es igualmente importante tener presente que la manipulación y mantenimiento incorrectos de los neumáticos ocasiona problemas en los neumáticos y sistemas relacionados. Por lo tanto, el primer paso para la localización y reparación de problemas es la comprobación de que los neumáticos se hayan usado y mantenido correctamente.

### 1. DESGASTE ANORMAL

#### DESGASTE EN LOS COSTADOS O CENTRO DEL NEUMATICO



- La causa principal del desgaste concentrado en los costados ò centro de la banda del neumático es la falta de mantenimiento de la presión de inflado correcta. Si la presión es insuficiente, el centro del neumático se pone cóncavo, desplazando la carga a los costados, que entonces se desgastan con más rapidez que el centro. La sobrecarga produce el mismo efecto.
- Si por otro lado, la presión es excesiva, el centro se pondrá convexo, tomando más carga y desgastándose más rápidamente que los costados.



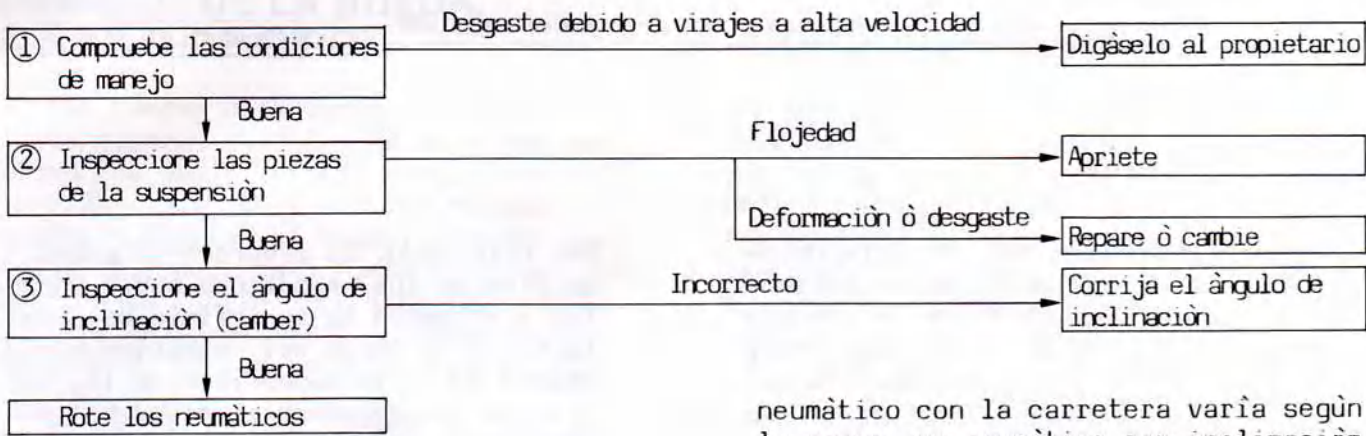
#### ¡ IMPORTANTE !

- Los neumáticos radiales tienen patrones que quedan menos afectados por las presiones de inflado. En la mayor parte de automóviles, los neumáticos delanteros se desgastan más por los costados.
- Los neumáticos radiales traseros en la mayor parte de automóviles de eje rígido se desgastan de forma similar a la del desgaste de sobreinflado.

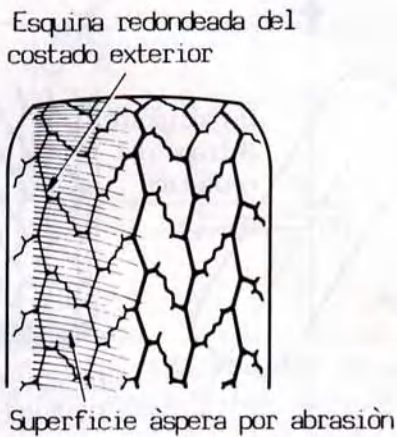




**DESGASTE INTERIOR O EXTERIOR**



① El desgaste de virajes, mostrado abajo, es causado al tomar curvas a velocidades excesivas. El neumático derrapa, produciendo el tipo de desgaste en diagonal. Esta es una de las causas más comunes de desgaste del neumático. El único remedio es que el conductor reduzca la velocidad al tomar curvas.

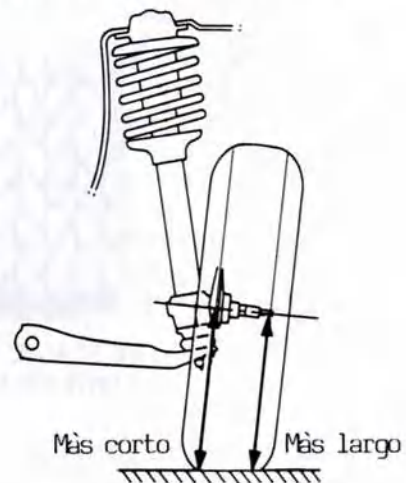


**DESGASTE POR VIRAJES**

OHP 35

- ② La deformación o juego excesivo en las partes de la suspensión afectan la alineación de las ruedas de lanternas, ocasionando desgaste anormal de los neumáticos.
- ③ Si un lado de la banda del neumático se desgasta más rápidamente que la otra, la causa principal quizás resida en una inclinación incorrecta de la punta del eje. Puesto que el tamaño del área de contacto del

neumático con la carretera varía según la carga, un neumático con inclinación positiva tiene menor diámetro en el exterior que en el interior. Por lo tanto, el exterior de la banda debe patinar en la superficie de la carretera para poder desplazarse la misma distancia que el interior de la banda. Este patinaje ocasiona el desgaste excesivo de la parte exterior de la llanta. Un neumático con inclinación negativa, por otro lado, se desgasta más rápidamente en la parte interior de la banda.



Interior

**DESGASTE INTERIOR**



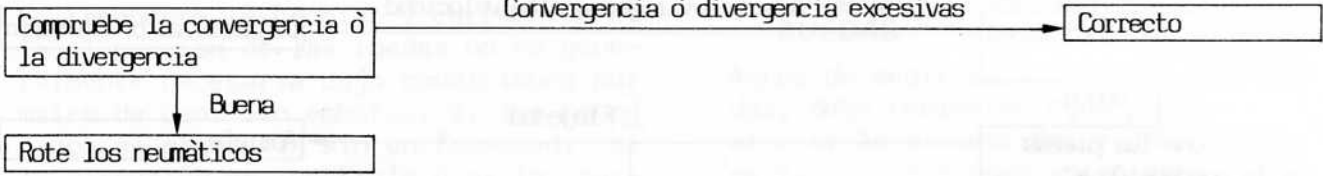
Interior

**DESGASTE EXTERIOR**

OHP 35

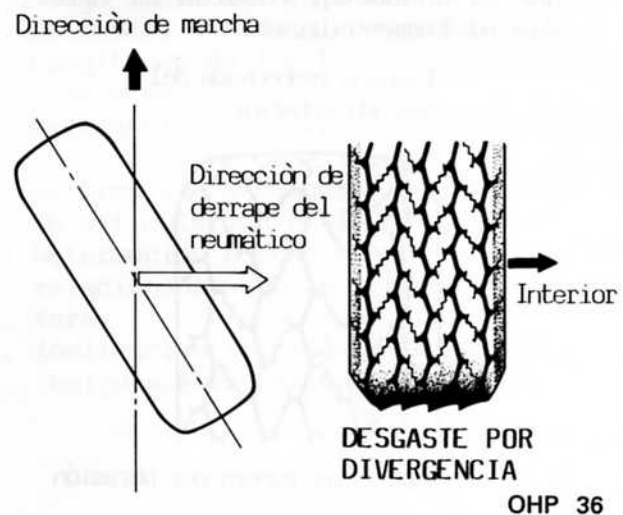
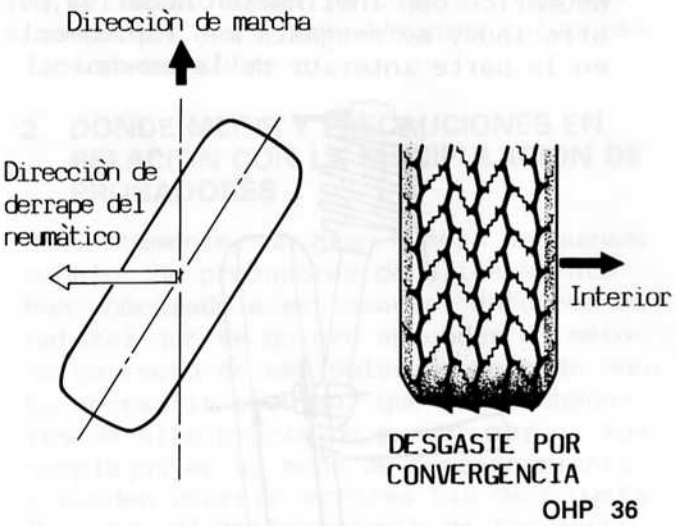


**DESGASTE POR CONVERGENCIA O DIVERGENCIA (DESGASTE DE LA ORIENTACION)**



La causa principal del desgaste de orientación de la banda del neumático es el ajuste incorrecto de la convergencia. La convergencia excesiva fuerza a los neumáticos a derrapar hacia afuera y arrastra la superficie de contacto de la banda hacia adentro sobre la superficie de la carretera, produciendo desgaste por convergencia. La superficie adquiere una forma distintiva de desgaste, mostrada en la ilustración de abajo, que puede identificarse pasando un dedo por la banda desde el interior al exterior del neumático.

Por otro lado, la divergencia excesiva tira de los neumáticos hacia adentro y arrastra la superficie de contacto de la banda del neumático hacia afuera sobre la superficie de la carretera, produciendo el desgaste por divergencia mostrado en la ilustración de abajo.

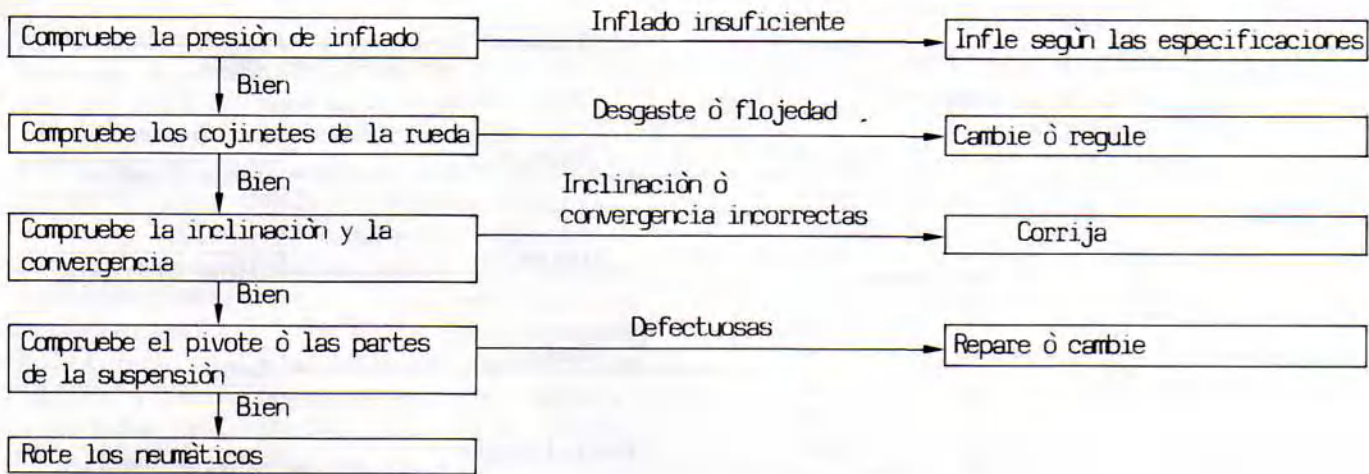


**¡ IMPORTANTE !**

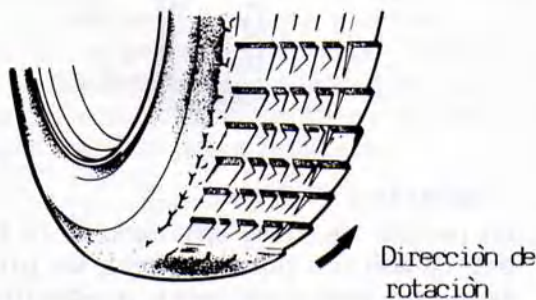
Si ambos lados muestran este tipo de desgaste, significa que el extremo delantero está mal alineado. Si sólo un neumático muestra este tipo de desgaste, lo más probable es que se haya doblado el brazo del muñón de dirección, lo cual produce más convergencia o divergencia en una rueda que en otra.



### DESGASTE DE PUNTA Y TALON



• El desgaste de punta y talón es un desgaste parcial que aparece frecuentemente en los neumáticos con patrones de banda de tacos o bloques. Los bloques de la banda del neumático se desgastan en diagonal del mismo modo que el talón de un zapato y toma con el tiempo la forma de dientes de sierra. Si el vehículo circula frecuentemente por carreteras pavimentadas, los bloques patinan momentáneamente al salir del contacto con la superficie de la carretera. La parte que deja la superficie de la carretera en última instancia se somete a mayor desgaste.



OHP 37

• Los neumáticos con desgaste del patrón de banda de nervaduras forman patrones semejantes a ondas.



OHP 37

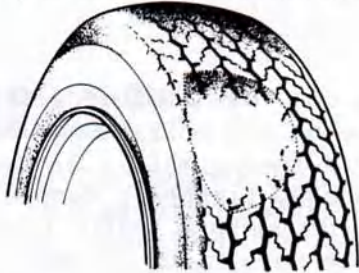
- Puesto que los neumáticos de las ruedas que no son motrices no están sujetos a la fuerza matriz sino sólo a la de frenaje, tienden a desgastarse en patrón de punta y talón. Este tipo de desgaste es similar al que ocurre si los frenos se accionan repetidamente, haciendo que los neumáticos patinen un poco cada vez.
- En los casos de neumáticos de las ruedas motrices, por otro lado, el desgaste producido por la fuerza matriz se manifiesta en la dirección opuesta a la causada por el frenaje, por lo que normalmente hay mucho menos desgaste de punta y talón. Sin embargo, los camiones y autobuses producen mucha más fricción durante el frenaje, por lo que los neumáticos con patrones de banda de tacos muestran un desgaste de punta y talón semejante al producido en las ruedas que no son las motrices.



**DESGASTE DE ZONAS (EMBUTICION)**

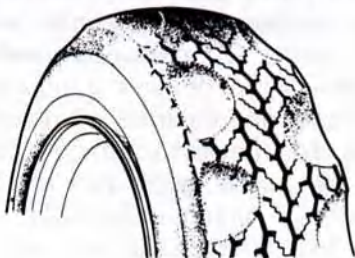


El desgaste de zonas se caracteriza por embuticiones en forma de copa en una ò más zonas de la banda del neumático, que se forman cuando el vehículo circula a altas velocidades. Este tipo de desgaste ocurre debido al derrape de la banda del neumático a intervalos regulares, como se explica a continuación.



OHP 37

Si los cojinetes, juntas esféricas, extremos de barra de acoplamiento, etc., tienen juego excesivo, ò si el pivote es tà doblado, el neumático bambolearà en puntos específicos durante su rotación, aplicando mucha fricción ò causando derrape, lo cual origina el desgaste por zonas.



OHP 37

Un tambor de freno deformado ò irregularmente desgastado hace que el freno se aplique a intervalos regulares, ocasionando el desgaste de zonas en una amplia àrea en la dirección circunferencial.



Banda gastada

OHP 37

**IMPORTANTE !**

- Un parche de lona aplicado a la banda del neumático para reparar un pinchazo ò una parte saliente producida por separación ocasionarà tambièn el desgaste de zonas.
- El arranque, frenaje y viraje súbitos tambièn pueden ocasionar desgaste de zonas.
- Un conjunto de rueda demasiado desequilibrado causarà tambièn desgaste de zonas.





## 2. VOBRACION

Los problemas de vibraciones se dividen en: sacudidas de la carrocería, agitación de la dirección y vibraciones de la dirección.

### SACUDIDAS DE LA CARROCERIA

Las sacudidas se definen como vibraciones verticales o laterales de la carrocería del vehículo y del volante, junto con vibraciones de los asientos. Las principales causas de las sacudidas son conjuntos de ruedas desequilibradas, descentramiento excesivo de las ruedas y falta de uniformidad en la rigidez de los neumáticos, por lo que corrigiendo estos problemas se elimina normalmente la sacudida.

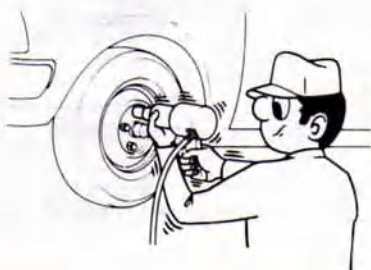
La sacudida normalmente no puede sentirse a menos de 80 km/h. Por encima de esta velocidad, la sacudida aumenta marcadamente, pero su producto máximo se encuentra a cierta velocidad. Si la sacudida no ocurre a velocidades de 40 a 60 km/h, la causa es normalmente un descentramiento excesivo en el conjunto de la rueda o falta de uniformidad de los neumáticos. (La sacudida a velocidades más lentas tiene poco que ver con el desequilibrio de las ruedas).



OHP 38

#### REFERENCIA

La sacudida se parece a las vibraciones de una lavadora durante el ciclo de giro, cuando saca el agua o las vibraciones hechas por una pistola de impacto cuando aprieta tuercas, etc.

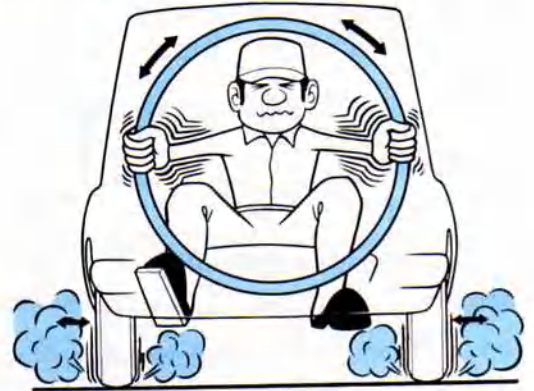


Funcionamiento de la pistola de impacto

## VIBRACION Y AGITACION DE LA DIRECCION

La vibración se define como las vibraciones del volante de dirección en su dirección de rotación. Las causas principales de la vibración son conjuntos de ruedas desequilibradas, descentramiento excesivo y/o falta de uniformidad de la rigidez de los neumáticos, por lo que solucionando estos problemas se elimina normalmente la vibración. Otras causas posibles incluyen defectos de la articulación de dirección, juego excesivo del sistema de la suspensión y mala alineación de las ruedas.

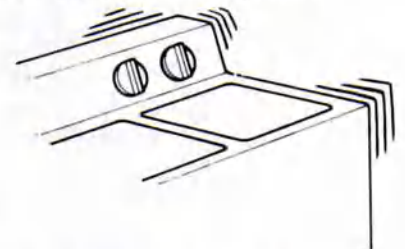
La vibración se divide en dos tipos: vibraciones persistentes que aparecen a velocidades relativamente lentas (20 a 60 km/h) y vibraciones (que aparecen sólo a ciertas velocidades por encima de los 80 km/h, esto se denomina "agitación").



OHP 38

#### REFERENCIA

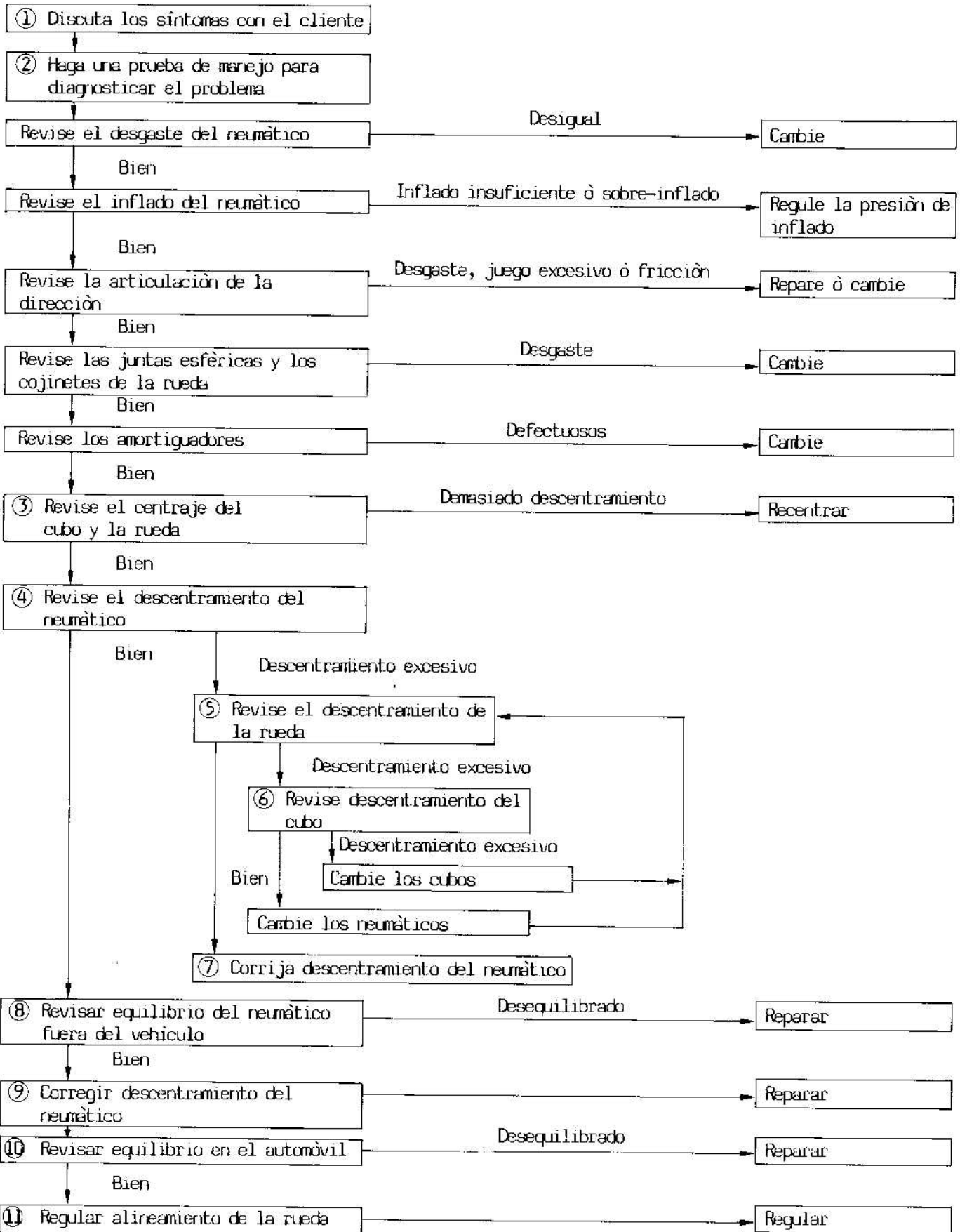
La vibración y agitación de la dirección se parecen a la vibración de una lavadora durante el ciclo de giro.



Giro de una lavadora



**PROCEDIMIENTO DE LOCALIZACION DE AVERIAS**





① **Discuta los Síntomas**

Antes de intentar resolver cualquier tipo de quejas sobre vibraciones, primero es aconsejable hablar de la naturaleza del problema con el conductor del vehículo.

Determine el margen de velocidades a las que ocurren las vibraciones y encuentre las circunstancias que afectan el problema; por ejemplo, aparecen en el volante de dirección?, vibra el asiento?, vibra el retrovisor?, etc. ¿ocurren incluso después de haber realizado el servicio y balanceo las ruedas del automóvil?.

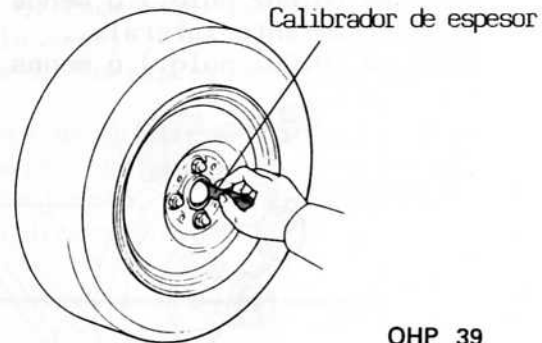
② **Haga una Prueba de Manejo para Diagnosticar**

- Pruebe siempre que sea posible el vehículo circulando por carretera para comprobar la descripción de la queja. La ruta seleccionada para la prueba de circulación debe ser naturalmente sobre superficies en buen estado donde puedan mantenerse una velocidad razonable. Conduzca el vehículo algunos kilómetros para calentar los neumáticos a la temperatura normal de marcha para eliminar "planitudes permanentes" y ante entonces los síntomas previamente descritos por el conductor (por ejemplo, velocidad crítica, tipo de vibraciones, etc.). Cuando ocurran las máximas vibraciones, deje que el vehículo marche por inercia a esta velocidad para ver si persisten las vibraciones.
- Si las vibraciones no son aparentes al marchar por inercia a la velocidad crítica, es posible que la causa resida en las vibraciones del motor.
- Si las vibraciones persisten cuando el vehículo marcha por inercia, conduzca a la velocidad crítica reteniendo ligeramente el volante de dirección y gire un poco hacia cada lado en una carretera uniforme. Si no se sienten vibraciones en el volante sino en el cuerpo, el piso o los asientos, significa que la causa reside en los neumáticos traseros o en el tren de mando.

③ **Revise el Centraje del Cubo y la Rueda**

Revise la distancia del centramiento cubo a rueda. Revise la distancia por toda la circunferencia. No debe exceder el valor objetivo.

Valor objetivo: 0.1 mm (0.004 pulg.) max.

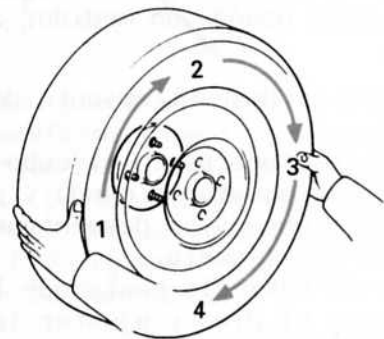


OHP 39

- 2) Corregir la holgura de centramiento cubo a rueda
  - (a) Cambie la posición de la rueda en el cubo e instálela en la posición con menor diferencia.
  - (b) Si no decrece la diferencia aún cuando la posición de instalación es cambiada, revisar el descentramiento en el cubo y decidir si la rueda es buena o mala.

**IMPORTANTE**

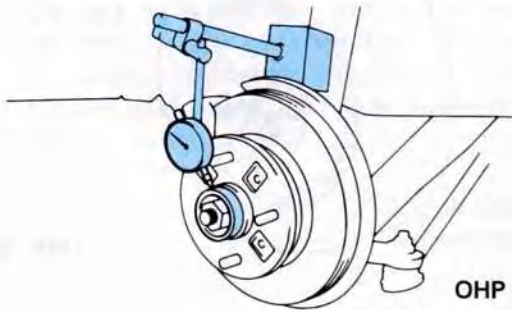
Después de la corrección, poner marcas de alineación en el cubo de la rueda, e instale el neumático en el cubo de acuerdo a las marcas.



OHP 39



- ④ Revisar Descentramiento del Neumático (ver p. 69)
- ⑤ Revisar Descentramiento de la Rueda (ver p. 70)
- ⑥ Revisar Descentramiento del Cubo  
 Valores Objetivos:  
 Descentramiento radial...  
 0.05 mm (0.002 pulg.) ó menos  
 Descentramiento lateral...  
 0.05 mm (0.002 pulg.) ó menos



OHP 40

OHP 40

- ⑦ Descentramiento Correcto del Neumático (ver p. 71)
- ⑧ Revisar Balanceo del Neumático fuera del Vehículo

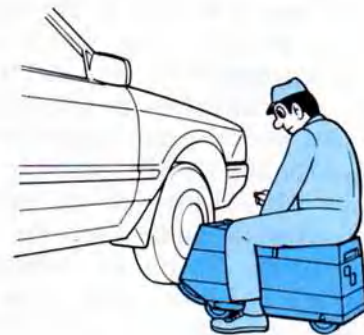
- Tratar de regular el balanceo estático y dinámico a 0 gramos.
- Usar un peso equilibrio alineado con el neumático y regularlo de manera que el peso no se caiga durante el manejo.

⑨ Corregir nuevamente el Neumático

- 1) Revisar descentramiento del neumático.
  - (a) Instalar la rueda al vehículo de acuerdo a las marcas alineándolas (ver ③ en p. 65).
  - (b) Medir el descentramiento radial del neumático usando un medidor de esfera.
- 2) Corregir el descentramiento del Neumático.
  - (a) Poner las tuercas en el cubo temporalmente (ajustar a mano) y poner la parte con mayor descentramiento radial en el suelo.
  - (b) Bajar el vehículo hasta que la rueda toque el piso y ajustar las tuercas del cubo con una llave de tuercas (Observe una regulación cuidadosa de la holgura de centraje entre el cubo y la rueda).  
 Precáución: No usar una pistola de impacto.
  - (c) Medir el descentramiento vertical del neumático de nuevo y confirmar el resultado.

⑩ Revisar Balanceo en el Vehículo

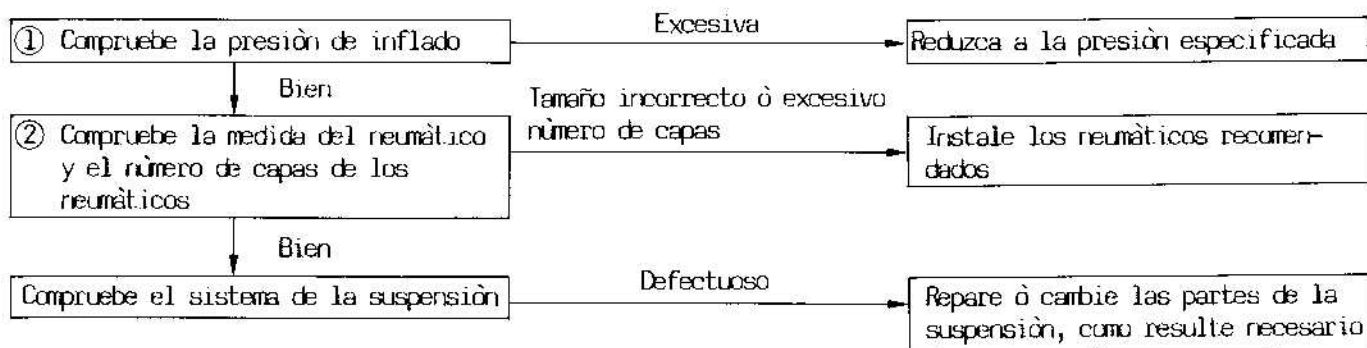
- Inspección según el manual de instrucción para el balanceador.
- Siempre revisar el balanceo fuera del vehículo y corregirlo antes de revisar el balanceo en el vehículo.
- Revisar con la tapa del neumático que la tapa de la válvula, el ornamento central y la cerradura de imán estén juntas.
- Para vehículos de manejo de cuatro ruedas a tiempo completo, referirse al manual de reparación.
- Cuando se revisa el balanceo del neumático, hacerlo rodar aumentando la velocidad poco a poco.



⑪ Revisar Alineación del Neumático



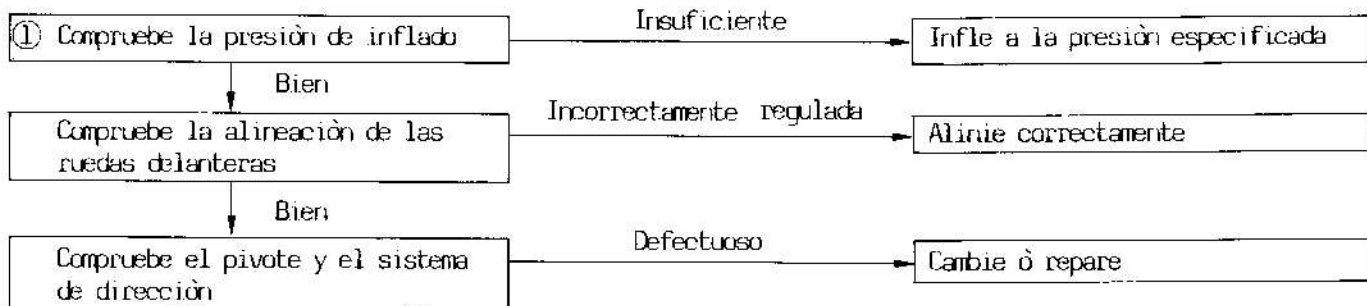
### 3. MARCHA DURA



① Presión de inflado más alta significa mayor rigidez del neumático. Sin embargo, si es demasiado alta, el neumático no podrá amortiguar las sacudidas de las carreteras, ocasionando una marcha dura.

② Cada modelo de vehículo tiene un neumático recomendado, que es el más adecuado para la carga y aplicación propuestas. La instalación de neumáticos más rígidos hará que la marcha sea más dura.

### 4. DIRECCION DURA

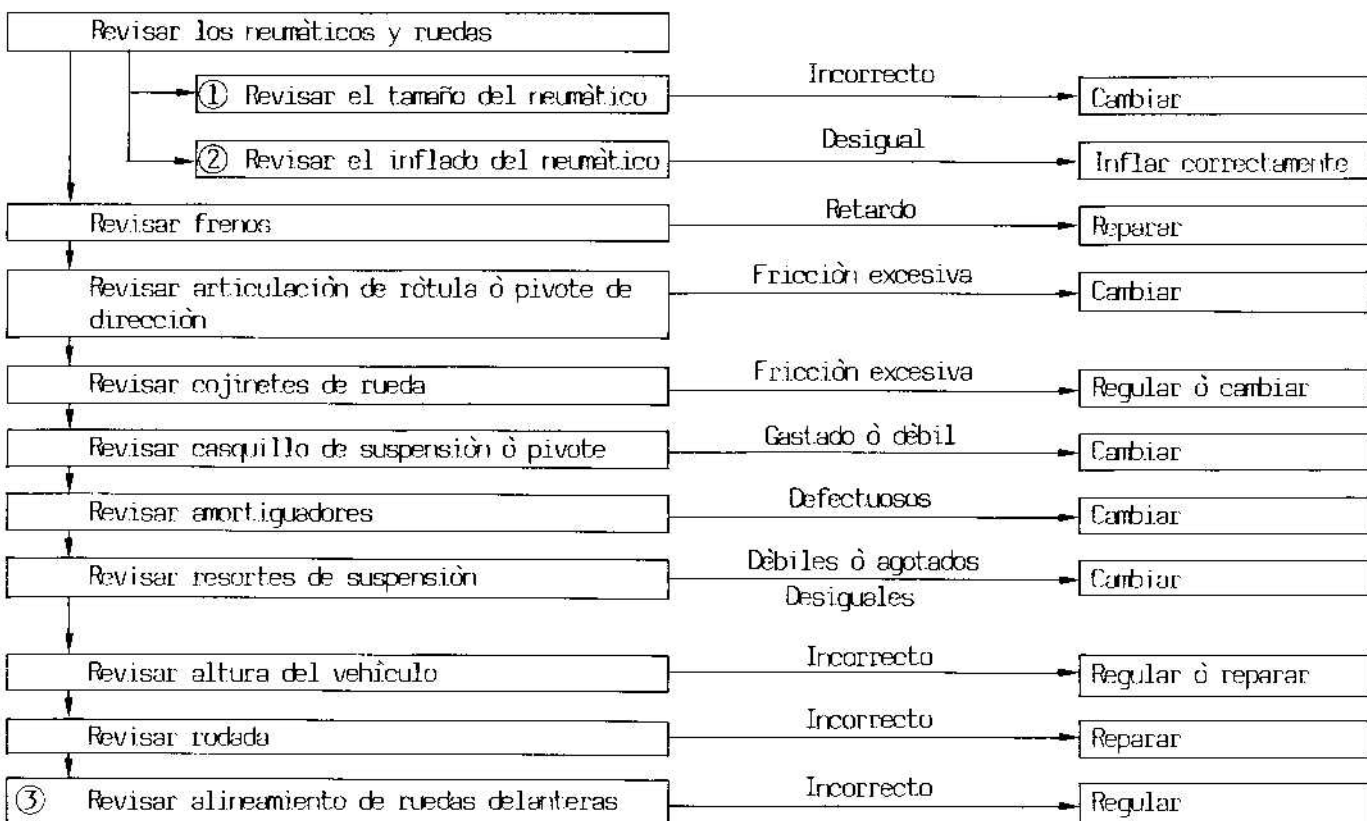


① La presión de inflado insuficiente hace que la superficie de la banda que se pone en contacto con la carretera sea más ancha, aumentando la resistencia entre el neumático y la carretera y haciendo que la dirección sea más dura.



### 5. MOVIMIENTO DEL VEHICULO HACIA UN COSTADO DURANTE EL MANEJO

Esto significa que el vehículo tiende a moverse hacia un costado mientras el conductor trata de manejar en forma recta - esto tiene más posibilidades de ocurrir cuando hay una gran diferencia en la resistencia a girar entre los neumáticos izquierdo y derecho ò en los momentos actuando en los ejes de dirección izquierdo y derecho.



① Si hay alguna diferencia en los diámetros externos de los neumáticos derecho e izquierdo, la distancia que cada neumático viaja en una revolución será diferente. Por esa razón, el vehículo tenderá a virar hacia la derecha ò izquierda.

② Si las presiones de inflado de los neumáticos derecho e izquierdo son diferentes, habrá una diferencia en la resistencia al giro de los neumáticos y el vehículo tenderá a virar hacia la derecha ò izquierda.

③ El vehículo también tiende a moverse hacia un lado si las convergencias hacia adentro ò hacia afuera es excesiva ò si la diferencia entre el caster ò el camber derecho e izquierdo es excesivo.



## INSPECCION DEL DESCENTRAMIENTO Y BALANCEO DE RUEDAS

**OBJETIVO** :

- . Dominar los métodos de medición y corrección del descentramiento.
- . Dominar los métodos de manejo de un balanceador de neumático.

(Como los métodos de manejo de un balanceador de neumáticos varía dependiendo del modelo usado, revisar el manual de instrucción de su balanceador de neumático para instrucciones de cómo usarlo. Aquí trataremos de dar el conocimiento básico necesario para la revisión y corrección del balanceador de neumáticos.)

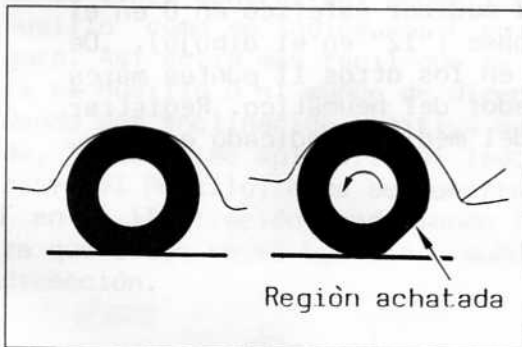
**PREPARACION** :

- . Indicador esférico y herramienta de apoyo
- . Medidor de presión del neumático
- . Balanceador de ruedas (ver p. 72)

### DESCENTRAMIENTO

#### 1. PREPARACIONES ANTES DE REVISION

- (a) Para eliminar el efecto de la región achatada, poner el vehículo sobre un elevador, inmediatamente después de usarlo y dejarlo así de 10 a 15 minutos.



#### REFERENCIA

##### Región Achatada

Si un vehículo ha sido estacionado por un período largo, la porción de cada neumático que ha estado en contacto con el piso se deformará y producirá una vibración desagradable que se transmitirá al timón cuando el vehículo sea manejado. Esto es conocido como "región achatada".

- (b) Levantar con un gato el vehículo y poner el soporte.
- (c) Regular la presión de inflado del neumático a la presión estándar.
- (d) Sacar cualquier objeto extraño que pueda estar en el banda del neumático.

#### 2. REVISAR EL DESCENTRAMIENTO DE LOS NEUMATICOS

- (a) Poner en contacto el husillo de un indicador esférico con el centro de la banda del neumático en ángulo recto.

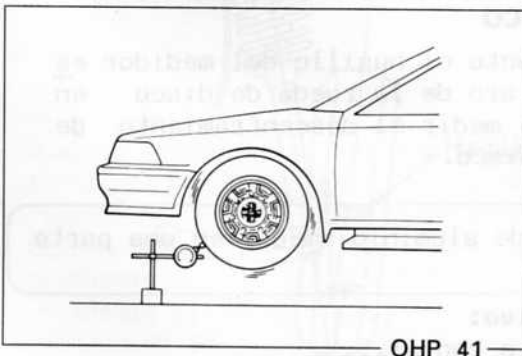
#### REFERENCIA

Si la banda tiene graves irregularidades poner cinta adhesiva en la sección que se mide.

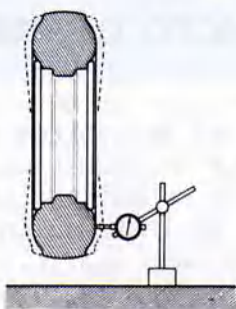
- (b) Girar el neumático lentamente y medir el descentramiento radial.

#### IMPORTANTE !

Tomar precauciones adecuadas para prevenir el movimiento del medidor esférico de la herramienta de soporte.







OHP 41

- (c) Poner en contacto el husillo del medidor esférico con una porción de la pared lateral del neumático en ángulo recto, el cual no tenga protuberancias o irregularidades.
- (d) Girar el neumático lentamente con la mano y medir el descentramiento lateral.

Valores objetivo:

Descentramiento radial...

1.0 mm (0.039 pulg) o menos

Descentramiento lateral...

1.2 mm (0.047 pulg) o menos

### 3. REGISTRAR EL DESCENTRAMIENTO DEL NEUMATICO

- (a) Marcar 12 segmentos de línea iguales al rededor de la circunferencia del neumático.

REFERENCIA

El vástago de válvula es un punto de base bueno para establecer el comienzo del segmento 12.

- (b) Colocar el medidor esférico en 0 en el punto de base ("12" en el dibujo). De allí mide en los otros 11 puntos marcados alrededor del neumático. Registrar el valor del medidor indicado en cada punto.

### 4. REVISAR EL DESCENTRAMIENTO DE LAS RUEDAS DE DISCO

Poner en contacto el husillo del medidor esférico con el aro de la rueda de disco en ángulo recto y medir el descentramiento de la rueda de disco.

REFERENCIA

Para una rueda de aluminio, medir en una parte terminada.

Valores objetivo:

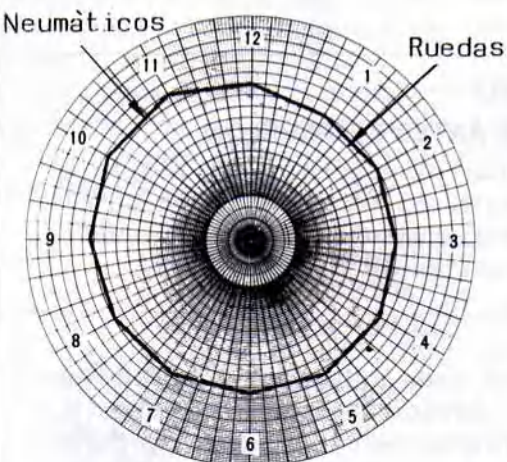
Descentramiento radial...

0.5 mm (0.059 pulg) o menos

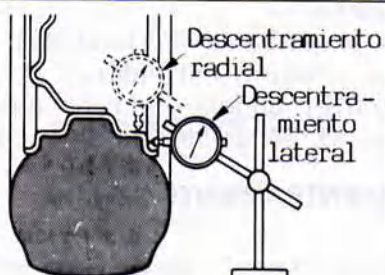
Descentramiento lateral...

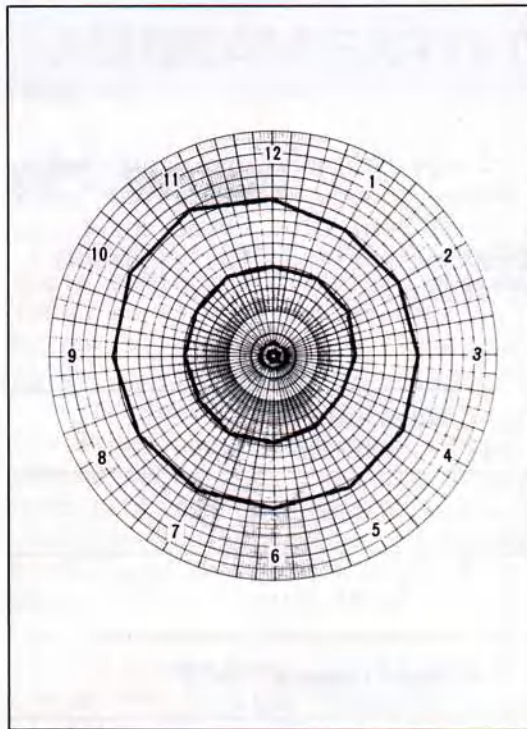
0.5 mm (0.059 pulg) o menos

Si se necesita un alineamiento en fase, registrar el descentramiento del neumático.



OHP 41



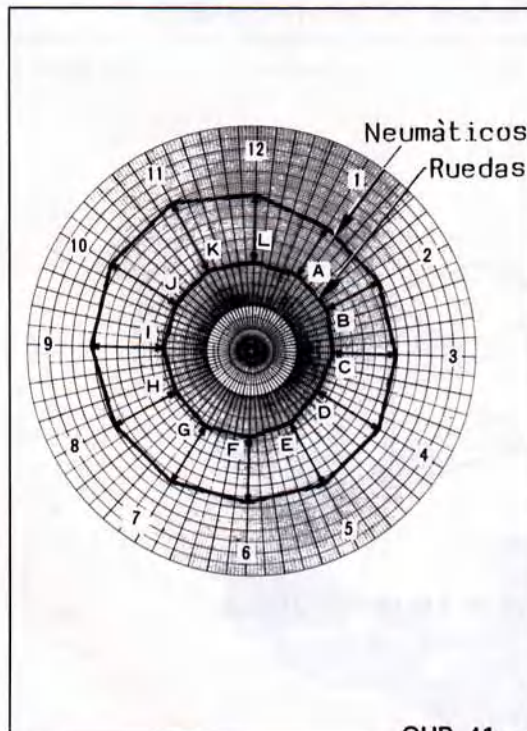


**5. REGISTRO DEL DESCENTRAMIENTO DE LA RUEDA**

Registrar el descentramiento de la rueda medido en cada uno de los 12 puntos (1-12) del neumático.

**IMPORTANTE!**

Observe que en el caso de un descentramiento radial, los valores que da el medidor esférico (+ -) para rueda son los opuestos a los valores para inspección de descentramiento de neumáticos (ej. + significa una región achatada, mientras que - significa abolladuras).

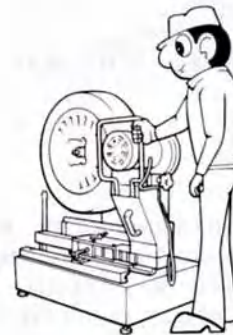


**6. DESCENTRAMIENTO CORRECTO DEL NEUMATICO**

Dibujar las líneas (A - L) uniendo puntos (1 - 12) obtenidos como valores de descentramiento de neumático y ruedas. Comparar las longitudes de las líneas (A - L) y disponga el cubo y posición de la rueda de manera que la porción teniendo la línea más larga (parte convexa del neumático) esté alineado con una porción cóncava de la rueda.

**REFERENCIA**

Si este método no corrige el descentramiento un rectificador de neumático (alisadora) puede ser usado para rectificar y corregirlo.



OHP 41





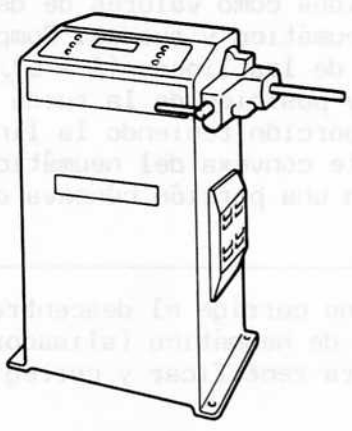
### BALANCEO DE RUEDAS

#### TIPOS DE BALANCEADOR DE RUEDAS Y CARACTERISTICAS

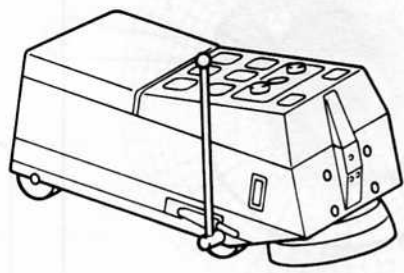
Hay dos tipos de balanceador de ruedas. Uno es el balanceador desde fuera del vehículo donde la rueda es retirada del vehículo y balanceada independientemente y el otro es el balanceador en el vehículo donde toda la porción que rota de la rueda (la rueda, el tambor de

freno y el eje del cubo, etc.) son balanceados juntos cuando el neumático está montado en el vehículo. Estos dos tipos de balanceadores tienen las siguientes características:

Item		Tipo	Balaceador fuera del vehículo	Balaceador en el vehículo
Exactitud	Balaceo estático		Alto	Alto
	Balaceo dinámico		Alto	No muy alto
Facilidad de Balaceo	Balaceo estático		Fácil	Comparativamente fácil
	Balaceo dinámico		Fácil	Algo difícil (algunos balanceadores no pueden corregir el balanceo dinámico)



TIPO FUERA DEL VEHICULO



TIPO EN EL VEHICULO

#### IMPORTANTE!

En el pasado, los balanceadores de rueda fuera del vehículo y en el vehículo eran usados independientemente para corregir balanceos de ruedas. Sin embargo, en años recientes, con el propósito de corregir las fuertes vibraciones (vibración del vehículo, vibración del timón, etc.) que ocurren durante el manejo a velocidad, los cuales no pueden ser corregidos usando los métodos mencionados, los neumáticos pasan por un balanceo estático independiente usando un balanceador desde fuera del vehículo y luego pasan por un balanceador dinámico cuando están montados en el carro. Finalmente se revisa los neumáticos buscando desviación del centro y otros problemas que se pueden presentar como desviación en el balanceo estático y todas las desviaciones son corregidas usando un balanceador de tipo en el vehículo.



**PRECAUCIONES CUANDO SE CORRIGE EL BALANCEO DE RUEDAS**

① **Precauciones antes de corregir el balanceo de las ruedas**

Cuando se corrige el balanceo de las ruedas, primero revisar la condición de los neumáticos.

- 1) Inspeccionar si existen pedazos de metal o piedras, etc. fijados en las ranuras de la banda del neumático y buscar roturas u otros daños.
- 2) Buscar fango o arena adheridos dentro de la rueda del disco.
- 3) Revisar si el neumático vibra.
- 4) Revisar si alguna materia extraña ha entrado al interior del neumático (revisar si hay ruidos extraños).

② **Precauciones para balancear desde fuera del vehículo**

- 1) Corregir el balanceo de la rueda después de revisar y corregir el descentramiento del neumático.
- 2) Corregir el balanceo con un valor objetivo de 0 g.
- 3) Usar un balanceador que haya pasado por revisión de mantenimiento y que tenga gran precisión.

③ **Precauciones para balancear en el vehículo**

- 1) Cuando se corrige el balanceo de las ruedas propulsoras, impulse los neumáticos con el motor, aumentando o disminuyendo la velocidad gradualmente. También tome precauciones adecuadas para prevenir que se mueva el vehículo.
- 2) En vehículos con tapas de cubo corregir el balanceo con las tapas colocadas.
- 3) Después de corregir el balanceo, hacer marcas en los cubos y neumáticos de manera que la posición de montaje no sea cambiada la siguiente vez que el neumático se remueva y se reinstala en la rueda.

REFERENCIA

Método de revisión del balanceo desde fuera del vehículo.

1. Calibrando el balanceador

- (1) Medir el equilibrio del balanceador sólo y después con el adaptador instalado.

Valor objetivo

Cantidad de desequilibrio: 5 gramos (0.18 oz) o menos (parte delantera y parte trasera).

2. Encontrando valor y posición del desequilibrio y precisión del adaptador

- (1) Instalar la rueda en el balanceador y regule el equilibrio hasta que marque 0 gramos.
- (2) Colocar una pesa de 60 gr. (2.002) en cualquier parte de la superficie frontal del neumático y medir el equilibrio.

Valores objetivo:

Manifestación	Desequilibrio	Posición
Superficie		
Superficie con peso instalado	60 g + 3 g (2.0oz + 0.1oz)	180° + 9° desde pesa
Lado opuesto	6 gramos o menos (0.2oz)	-

- (3) Realizar la inspección del lado opuesto de la misma manera.
- (4) Retirar el peso, cambiar la posición rotativa del neumático y el adaptador 180° y medir el equilibrio otra vez.  
Valor objetivo:  
Valor de desequilibrio: 5 gramos (0.18 oz) o menos (parte delantera y parte trasera).