

Neumáticos

Piénsalo, la única parte de tu vehículo que transmite tus órdenes al asfalto son los neumáticos. Aquí podrás conocerlos más para sacarles el máximo partido.

I) RESISTENCIA A LA RODADURA:

Cuando el caucho - o el uretano - ruedan sobre una superficie, la goma se deforma para adaptarse a las pequeñas irregularidades (el "granulado" del asfalto).

Esto permite a la goma "anclarse" microscópicamente al asfalto, aumentando el agarre. Por eso, un compuesto de goma más blando - o un uretano blando (72A, 75A) tiene más agarre en curva

Este agarre se produce tanto por fuerzas electrostáticas como mecánicas.

Tras pasar la irregularidad vuelve a expandirse. Lógicamente se pierde un poco de energía en este proceso. **El porcentaje de energía que devuelve al expandirse** es lo que llamamos **resiliencia**.

Imagina una pelota de tenis y déjala caer desde 1 metro de altura.

¿ Qué altura alcanza tras el primer bote ? Supongamos que 85cm. Podemos afirmar que tiene una resiliencia del 85 %.

Pruena con una bola maciza de goma. La sueltas desde un metro y alcanza 92cm. Tiene una resiliencia del 92 %. Es decir, que devuelve un 92% de la energía que recibe (desperdicia el 8% restante en forma de calor).

Con las ruedas sucede lo mismo. Un neumático bien hinchado, o una rueda de uretano más dura (78 A), alcanzan mayores alturas al soltarlas desde un metro. Absorben menos energía al rodar, tienen mayor resiliencia.

Eso sí, **ese rebote se produce a una velocidad ligeramente más lenta** que con la que se comprimió, esto es la **histéresis**.

Al girar el neumático, la parte delantera de la huella se comprime y la parte trasera tarda una fracción de segundo en recuperar su posición inicial.

Por ello, se genera un par de fuerzas ligeramente por delante del centro de la rueda, esto es lo que genera resistencia a la rodadura. Como véis, **la resistencia a la rodadura no es un rozamiento, es un par de fuerzas**.

Depende de 3 factores:

- **Histéresis:** Si la rueda se deforma poco y se vuelve a expandir rápido, disminuye la intensidad de ese par de fuerzas y por tanto, disminuye la resistencia al avance. Esto lo podemos lograr con un compuesto de goma más duro: Por eso unas ruedas de uretano 78A tienen más velocidad punta que unas 75A si el asfalto está bastante liso.

- **Presión de inflado:** Una mayor presión hace que la huella se deforme menos.

- **Radio de la rueda:** Ese par de fuerzas que se genera tiene más efecto cuanto más pequeñas son las ruedas, por eso:

- Unas ruedas de kart (pequeñas) tienen menos velocidad punta que unas ruedas de coche (grandes).

- Unas ruedas de uretano de 76mm. tienen menos velocidad punta que unas de 97mm.

Por cierto, fijaos que para disminuir la resistencia a la rodadura necesitamos una **presión de inflado alta, una goma dura y un diámetro grande.**



II) AGARRE EN CURVAS Y EN FRENADA:

Para estudiarlo convenientemente, vamos a detallar (brevemente... ;) un par de conceptos físicos:

- **Fuerza de rozamiento.** Es la que se genera al haber dos cuerpos en contacto. Tenemos rozamiento contra el suelo, contra el aire, etc.

$$F_r = N \cdot \mu$$

Donde F_r = Fuerza de Rozamiento. En Newtons.

N = Normal (Componente vertical del peso). En Newtons.

μ = Coeficiente de rozamiento, que depende de los materiales que rozan.

Para el caso de neumáticos comerciales de caucho, el coeficiente de rozamiento según el tipo de suelo es:

- Alquitrán seco = 0'9
- Asfalto rugoso seco = 0'8
- Adoquines = 0'6

- Asfalto rugoso húmedo = 0'5
- Asfalto gastado húmedo = 0'4
- Adoquines húmedos = 0'3
- Hielo = 0'1

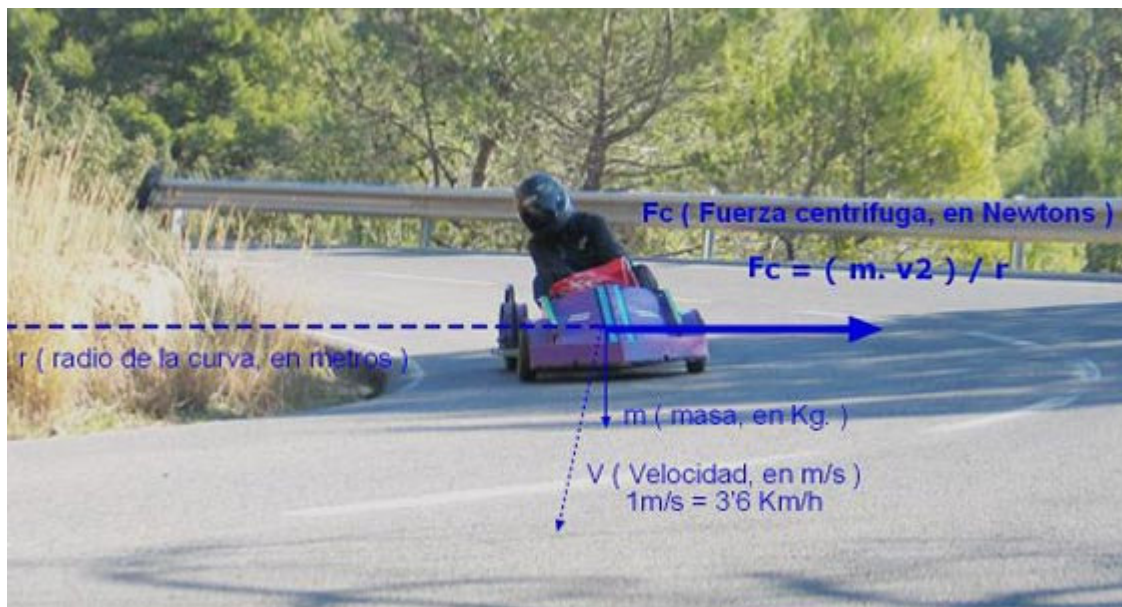
Por cierto, la máxima frenada se logra con una rueda frenada pero no bloqueada (como en el sistema ABS).

- Fuerza Centrífuga:

Cuando un vehículo de masa m toma una curva de radio r a una velocidad v , es impulsado hacia fuera por la fuerza centrífuga F_c , que trata de sacarlo de su trayectoria:

$$F_c = (m \cdot v^2) / r$$

De la fórmula (y del sentido común) deducimos que un vehículo "se va" más en una curva cuanto más pesa, cuanto menor es el radio de la misma (o sea, cuanto más cerrada es) y, sobre todo, cuanto más rápido va (en la fórmula, la velocidad está al cuadrado).



- Ángulo de deriva:

Cuando tomamos una curva, le pedimos a nuestro neumático que genere una fuerza lateral hacia el interior de la misma que evite que salgamos hacia el exterior. Al girar la rueda, la huella de contacto entre el neumático y el suelo se deforma ligeramente - recordad el concepto de histéresis explicado anteriormente. La parte delantera (que es "aplastada" contra el suelo por el giro de la rueda) resiste el efecto de la curva y mantiene prácticamente la dirección de giro. Sin embargo la parte trasera, que soporta menos presión, cede ante la fuerza lateral y se "retuerce" un cierto ángulo. Este ángulo es el ángulo de deriva.

También se puede definir como el ángulo formado entre la dirección en la que apuntan las ruedas y la dirección en la que realmente tuerce la carrilana. Evidentemente, esta dirección es muy parecida, el ángulo de deriva no suele superar los 7-8 grados.

Cuanto mayor sea este ángulo, más se "retorcerá" la huella de contacto y más fuerza lateral generará.



Un neumático de goma es capaz de "retorcerse" y tiene un buen agarre lateral, sin embargo, las Goitibeheras de ruedas de rodamientos metálicos tienen un ángulo de deriva prácticamente 0 (el metal no se deforma).

La relación entre el ángulo de deriva y la fuerza lateral (que es la que nos da agarre en la curva) crece linealmente, luego va disminuyendo hasta que se alcanza un máximo a partir del cual cae de repente. En la práctica un neumático agarra en una misma curva a velocidades cada vez mayores hasta que llega un momento en que "se va", justo después del momento de máximo agarre lateral.

Los neumáticos de serie tienen la curva más aplanada (agarran menos pero "se van" poco a poco derrapando ligeramente), los neumáticos de competición tienen la curva más vertical (agarran más pero no avisan, cuando se va, se va de golpe.

En ruedas de uretano, un compuesto 72A agarra más pero cuando se va es difícil de controlar. Un 78A (más duro) agarra menos pero tiene un derrape más suave, más fácil de controlar.

- **Cómo aumentar el agarre lateral de un neumático**

Los principales factores que influyen en la capacidad de generar fuerza lateral - es decir, de agarrarse más en las curvas - en un neumático son:

- 1) Dureza de la goma
- 2) Presión de inflado
- 3) Peso soportado
- 4) Ángulo de caída
- 5) Temperatura
- 6) Anchura de la llanta

1) Dureza de la goma: Ya hemos visto que una goma más blanda agarra más en curva. En street luge se monta una goma más dura en el eje trasero cuando queremos que derrape ligeramente para entrar mejor en curvas cerradas.

A modo de comparación, estas son las durezas en medida Shore (se mide con un durómetro) de varios tipos de neumáticos:

- Dragster: 25-45
- Fórmula 1: 50-65
- Gran Turismo: 60-75
- Coche de serie y **carrilanas**: 65-80

- **Street luge:** 72-81

(la dureza es el número seguido de una "A" en el lateral de la rueda: 75A, 78A...)

2) Presión de inflado: El máximo agarre lateral se consigue a una determinada presión. Por debajo de ella el neumático "flanea" en los apoyos y por encima de ella la huella se deforma y la parte central del mismo apoya más que los lados. Esto se puede usar en determinadas carrilanas (karts) en los que nos interese que los neumáticos traseros derrapen ligeramente en chicanes rápidas para evitar el vuelco.



3) Peso soportado: A mayor peso soportado, más capacidad de agarre tiene el neumático. El Coeficiente de fuerza lateral es el cociente entre la fuerza lateral entre el peso soportado.

$$\mu_{Fl} = F_l / P$$

También conocido como Sensibilidad al peso es un valor muy importante. En competición pura se sitúa por encima de 1'8 (A 1Kg. de peso soportado el neumático genera 1'8 Kg. de fuerza lateral). En un neumático de serie este μ_{Fl} se sitúa alrededor de 0'9.

Lógicamente al aumentar el peso aumentamos también la Fuerza Centrífuga: $F_c = (m \cdot v^2) / r$, por lo que en competiciones de automovilismo se busca aumentar el peso soportado a base de apoyo aerodinámico contra el suelo, que no genera fuerza centrífuga. Esto lo veremos en el apartado de aerodinámica.

4) Ángulo de caída: Al tomar una curva, la torsión en la suspensión y el desplazamiento de peso hacia el exterior de la misma hace que el neumático, que en reposo apoya totalmente en la pista, deforme sus cantos y se apoye más en la parte exterior, descargando de peso la parte inferior y desaprovechando toda su capacidad de agarre.

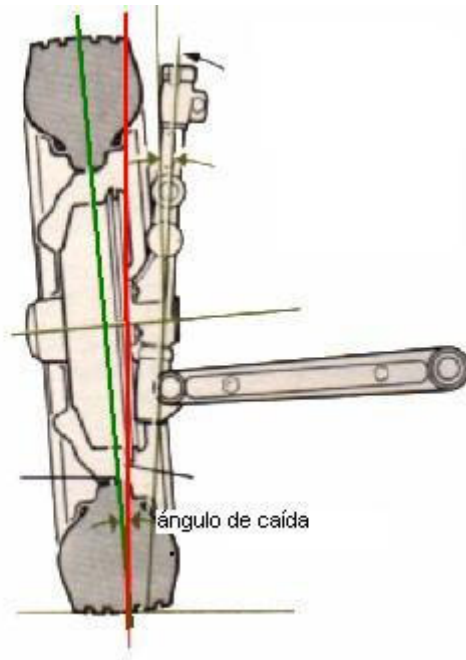
Para compensarlo, las ruedas llevan un ángulo de caída por el que, en reposo, el canto interior del neumático apoya antes que el exterior. De esta manera, al torsionar en la curva el neumático apoya con toda su anchura, justo cuando más lo necesitamos.

Este ángulo de caída, para neumáticos radiales (los modernos), oscila entre 1º y 3º. Los neumáticos radiales tienen los flancos flexibles y la banda de rodadura más rígida, por lo que se deforman más ante cargas laterales.

Si es demasiado escaso, no aprovecharemos la capacidad máxima de agarre del neumático.

Si es excesivo, la parte interior del neumático trabajará en exceso, degradándose prematuramente y disminuyendo el agarre al no contactar todo el ancho del neumático en el asfalto.

Por cierto, los neumáticos antiguos (conocidos como diagonales) necesitan menos ángulo de caída ya que, al tener los flancos más rígidos, no se deforman tanto ante cargas laterales.



[PULSANDO AQUÍ](#) tenéis una calculadora para averiguar que diferencia de altura debe de haber entre el canto interior y el exterior del neumático (siempre el canto interior "toca antes" el asfalto que el exterior, es lo que se conoce como caída negativa, la usada en competición), en función de los grados de caída que queramos poner (entre 0'5 y 3, no os paséis ya que el agarre disminuye con demasiado ángulo).

Para comprobar si el ajuste de caída es el correcto nos fijaremos en:

- Nuestras sensaciones: Se agarra o derrapa.
- El cronometro...
- Temperatura de la cubierta: Ver apartado siguiente.

Otra variante para realizar este ajuste es mediante el conificado de los neumáticos. En un torno se rebaja lieramente la parte exterior del mismo.

Desgraciadamente, esto no es aplicable a las ruedas de uretano (street luge, longboard, etc.) ya que la flexión del material es muy reducida y no logramos el efecto buscado, sino que la rueda apoya exclusivamente sobre el canto interior logrando menos agarre que el principio.

5) Temperatura: Los neumáticos están diseñados para trabajar a una temperatura determinada. Por debajo de ella el agarre es mediocre, por encima el neumático se degrada.

Para elevar la temperatura de los neumáticos en la salida se pueden utilizar calentadores de competición.

El estudio de la temperatura del neumático se puede realizar con un termómetro de infrarrojos de automodelismo. Además de averiguar la temperatura ideal de trabajo de las ruedas nos servirán para averiguar datos sobre el comportamiento.

La temperatura en todo lo ancho de la banda de rodadura ha de ser la misma, con un aumento máximo del 10% en el interior si llevamos caída.

Una temperatura más elevada en una parte del neumático nos indica que esa parte está trabajando demasiado.



6) Ancho de llanta: El máximo agarre lateral del neumático se genera cuando sus flancos están rectos. Esto se logra con una llanta de +/- 1/2 pulgada de la anchura real del neumático.

Una llanta demasiado ancha hace que los laterales de la banda de rodadura trabajen en exceso. Una llanta demasiado estrecha "abomba" el neumático sobrecargando la parte central.

III) LLUVIA

Con el suelo mojado, la rueda agarra menos por dos razones:

- Con el agua se elimina la atracción electrostática entre la goma y el asfalto, por lo que ahora sólo contamos con el agarre puramente mecánico.
- Al girar la rueda, la parte delantera de la huella aplasta la capa de agua, que trata de escapar por los canales del neumático. Lógicamente, este proceso requiere un tiempo, por lo que la parte delantera del neumático literalmente "flota" sobre el agua, sin aportar ningún agarre.

La parte central de la huella ya ha conseguido evacuar algo de agua, por lo que ya hay un cierto contacto entre la goma y el asfalto.

Si la capacidad de desagüe es suficiente, la parte trasera ya contacta totalmente con el asfalto, aportando casi todo el agarre.

Si no somos capaces de desalojar ese agua sufriremos el temido aquaplaning, en el que el neumático entero flota sobre una capa de agua, con lo que el agarre es casi nulo.

- Cómo aumentar el agarre de un neumático en mojado:

- Lo primero que tenemos que hacer es contar con los **canales de evacuación** (longitudinales y diagonales) necesarios para sacar la misma de debajo del neumático, nada de neumáticos lisos.

- Monta un **neumático estrecho** es mejor para agua que uno ancho por dos razones:

- Distribuye el peso del vehículo en menos superficie, por lo que la presión sobre la capa de agua es mayor, evacuándola con más rapidez.

- Acorta el camino que tiene que recorrer el agua por los surcos diagonales hasta el exterior del neumático.

Así que ni se te ocurra poner unos neumáticos anchos en caso de lluvia pensando que agarrarán más, agarrarán menos...

- Poner un neumático de **goma blanda**. De esta manera, al tener mayor histéresis, la goma se deformará más y tendrás más porción de huella en contacto con el asfalto. Esto lo encuentras en los neumáticos de invierno, muy comunes en Europa Central y del Norte.

- **Hinchar un poco más** el neumático. Al hincharlo abrimos los canales de evacuación de agua para que trabajen mejor. Si lo deshinchamos, aumentamos la huella pero se cierran ligeramente los canales, con lo que logramos el efecto contrario al pretendido.

- Usar una rueda de **mayor diámetro**. De esta manera, el agua tiene un poco más de espacio para poder recorrer el camino al exterior del neumático. A igualdad del resto de parámetros, una rueda de kart hace aquaplaning antes que una de coche.

En resumen, el neumático ideal para una carrera con lluvia sería de **diámetro grande, más bien estrecho, de goma blanda, bien hinchado y con buenos surcos en el dibujo**.

Artículo creado y diseñado por zonagravedad.