

**HIGH POWER BRAKE**

<b>Freno</b>	<b>2</b>
<b>Energía cinética o de movimiento</b>	<b>2</b>
<b>Energía calorífica</b>	<b>2</b>
Disipación de calor	2
<b>Efecto del peso y la velocidad</b>	<b>3</b>
<b>Coefficiente de Fricción</b>	<b>4</b>
Nomenclatura del coeficiente de fricción:	5
Rangos del coeficiente de fricción	5
Clasificación de los coeficientes de fricción:	6
<b>Freno de disco</b>	<b>8</b>
<b>Componentes del freno de Disco</b>	<b>9</b>
Discos	9
Mordazas (calipers) o pinzas	10
Pistones o cilindros	11
Pastillas de freno	12
100% libre de Asbesto	12
Daños en los discos de freno	12
Alabeo	12
Rotura	13
Rayado	13
Cristalización	13
Tipos de pastillas de freno	13
Cerámicas	13
Orgánicas	14
Semi metálicas, bajo metal o metálicas	14
<b>Freno de tambor</b>	<b>16</b>
<b>Componentes del freno de tambor</b>	<b>17</b>
Zapatas del freno	17
Tambor	18
Plato de freno	19
Ventajas y desventajas del sistema de frenos de tambor	19

## **Freno**

La definición técnica de freno se resume en la transformación de energía cinética o de movimiento en energía calorífica o calor. Este proceso de transformación de energía se inicia al accionar el sistema de freno de un vehículo en movimiento hasta la parada final del mismo.

### **Energía cinética o de movimiento**

Es la energía que un cuerpo posee al estar en movimiento.

### **Energía calorífica**

El calor es una forma de energía, que en este caso se obtiene por la transformación de energía cinética en calor, manteniendo el principio básico de que la energía no se pierde ella se transforma. El calor puede transferirse de un cuerpo a otro en virtud de una diferencia de temperatura existente entre los dos.



### ***Disipación de calor***

Sí el calor generado al aplicar el freno en un vehículo en movimiento no fuere disipado, la temperatura continuara aumentando a cada aplicación, disminuyendo la eficiencia de sus componentes y, eventualmente, llevándolo a su destrucción. El calor es disipado por el disco y tambor de freno como también del propio conjunto que conforma el sistema de accionamiento, disminuyendo así la temperatura.

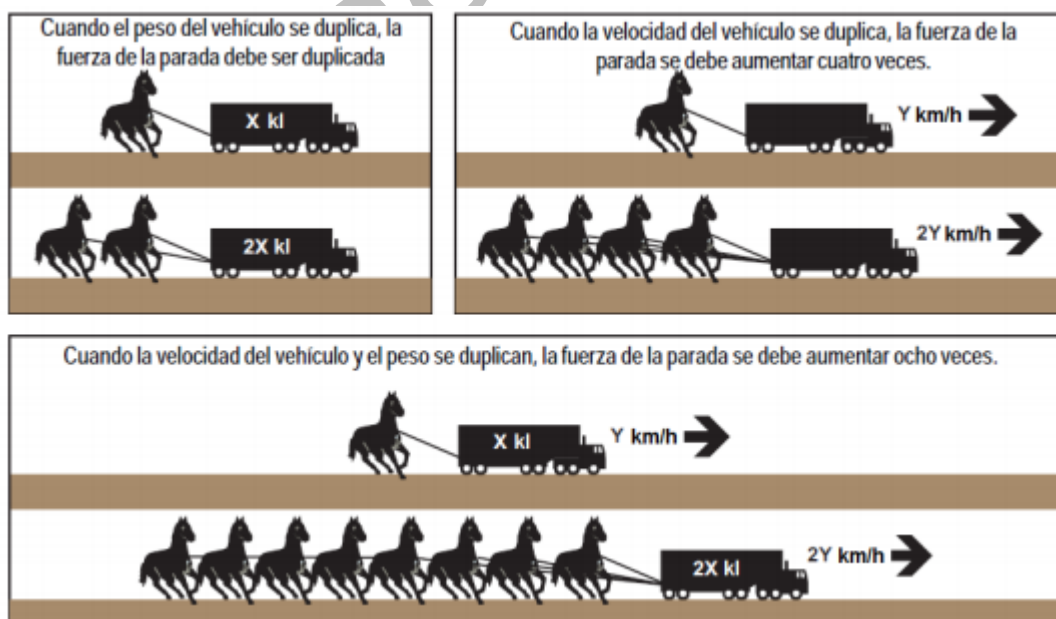
## Efecto del peso y la velocidad

La durabilidad también es afectada en vehículos con exceso de carga y peor aún si estos se conducen a altas velocidades. Para explicar este factor lo haremos de la siguiente manera:

Si el peso del vehículo se duplica, la energía de movimiento que se transformara en calor también se duplica. Si el freno no se disipa correctamente y absorbe el exceso de calor causado por el peso del vehículo, (en exceso de las especificaciones diseñadas del vehículo), los frenos no funcionarán de manera adecuada. Los sistemas de frenos están diseñados para controlar bien el vehículo cargado hasta el peso bruto del vehículo (GVW por su sigla en inglés). Nunca exceda el GVW de un vehículo.

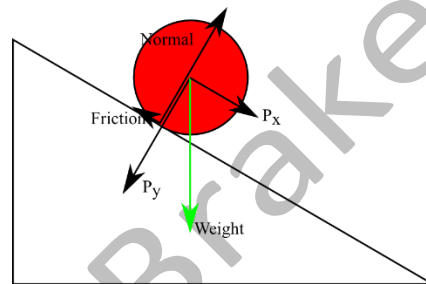
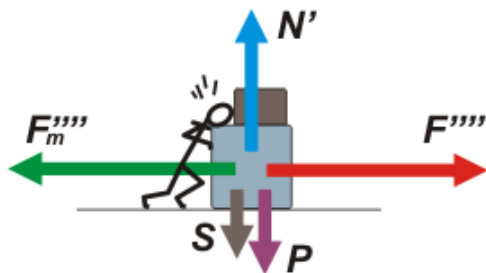
El efecto de altas velocidades en el frenado es más significativo. Comparando paradas de una velocidad de 32 km por hora con paradas de una velocidad de 64 km por hora, los cálculos de ingeniería muestran que en realidad hay cuatro veces más de energía de movimiento para transformarse en calor durante una parada de 64 km por hora como durante una parada de 32 km por hora. Por lo tanto, si la velocidad se duplica, se debe aumentar cuatro veces más la fuerza de frenado, y los frenos deben absorber o disipar cuatro veces más calor.

Si la velocidad aumenta tres veces, la fuerza de frenado que se necesita es nueve veces más alta. Naturalmente, si tanto el peso como la velocidad de un vehículo se duplican, la fuerza de frenado debe aumentar ocho veces y los frenos deben absorber o disipar ocho veces más calor.

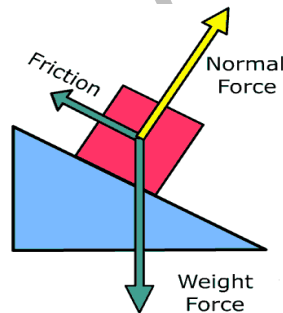


## Coeficiente de Fricción

El coeficiente de fricción entre dos superficies en movimiento, **se define como la resistencia que ofrecen los materiales para deslizarse con la aplicación de una fuerza normal**, cuya dirección es perpendicular al plano de trabajo. La cantidad de fricción que se produce por el contacto de dos cuerpos cualquiera se refiere como su coeficiente de fricción, **lo cual es la cantidad de fuerza o poder de frenado requerida para mover uno de los cuerpos mientras se mantiene contacto con el otro.**



Coeficiente de fricción vincula **la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto** según la intensidad del apoyo mutuo que experimentan.



Depende además de muchos factores como la temperatura, el acabado de las superficies, la velocidad relativa entre las superficies, etc. La naturaleza de este tipo de fuerza está ligada a las interacciones de las partículas microscópicas de las dos superficies implicadas.

El valor del coeficiente de rozamiento es característico de cada par de materiales en contacto; no es una propiedad intrínseca de un material. Como ejemplo, la aparición de aceite o grasa entre dos superficies, reducirá considerablemente la fricción entre éstas, lo cual demuestra que la condición de estas superficies juega un papel muy importante en la fricción que se desarrolla.

Cabe mencionar que el coeficiente de fricción depende de los materiales que están en contacto, de manera que, también depende del material del disco o tambor de freno, no solo de la pastilla y zapata.

### ***Nomenclatura del coeficiente de fricción:***

El rango del coeficiente de fricción en las pastillas y zapatas está normado por el Departamento de Transporte (DOT) de Estados Unidos y las siglas usadas son las siguientes:

Clasificación DOT	Coeficiente de Fricción (Rango)
E	0.25 a 0.35
F	0.35 a 0.45
G	0.45 a 0.55
H	0.55 a 0.65

### ***Rangos del coeficiente de fricción***

La fuerza con que frena una pastilla o zapata depende de su coeficiente de fricción y este está descrito en el producto. En las pastillas y zapatas se usan dos letras.

La primera se le conoce como el coeficiente de fricción en “**frío**” que es el coeficiente de la pastilla y zapata a una temperatura de:

- 121°C o 250°F

La segunda se le conoce como el coeficiente de fricción en “**caliente**”, que es el coeficiente a una temperatura de:

- 315°C o 600°F

Este rango de temperaturas de 121°C a 315°C (250°F a 600°F) es el rango de operación que se considera normal en las pastillas y zapatas, es el rango sobre el cual se diseñan. A continuación los rangos entre coeficiente de fricción en “**frío**” y en “**caliente**”:

<b>Rangos</b>	<b>Coefficiente de Fricción EN FRÍO 121°C</b>	<b>Coefficiente de Fricción EN CALIENTE 315°C</b>
<b>EE</b>	0.25 a 0.35	0.25 a 0.35
<b>FE</b>	0.35 a 0.45	0.25 a 0.35
<b>EF</b>	0.25 a 0.35	0.35 a 0.45
<b>FF</b>	0.35 a 0.45	0.35 a 0.45
<b>GF</b>	0.45 a 0.55	0.35 a 0.45
<b>GG</b>	0.45 a 0.55	0.45 a 0.55
<b>HH</b>	0.55 a 0.65	0.55 a 0.65

Al tener los dos valores, en frío y en caliente, también es un indicador de la estabilidad de la pastilla y zapata en el frenado, es decir, una pastilla y zapata FF va a frenar igual tanto en frío como en caliente, y una pastilla o zapata FE frenará más fuerte en frío (F) que en caliente (E).

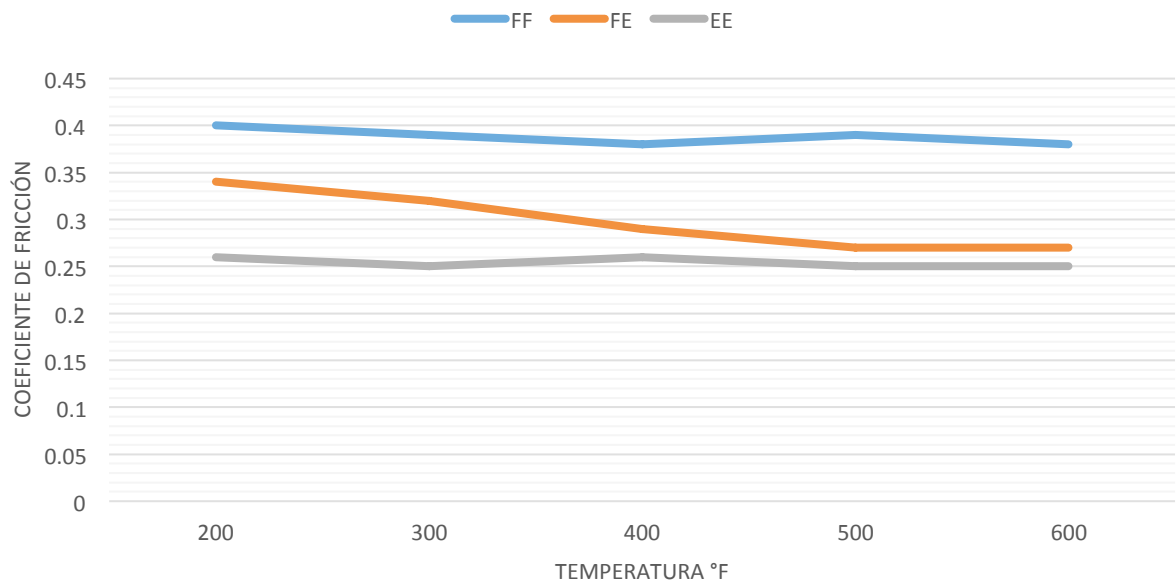
Este factor es uno de los más importante, pero más importante es que su valor se mantenga prácticamente constante, dentro de un determinado rango de temperatura, esto garantizará eficiencia y seguridad en el material de fricción.

### ***Clasificación de los coeficientes de fricción:***

La estabilidad del coeficiente de fricción es un factor primordial, en función de la temperatura, velocidad, presión y factores externos. Estos materiales hoy en día pueden ser clasificados en coeficientes:

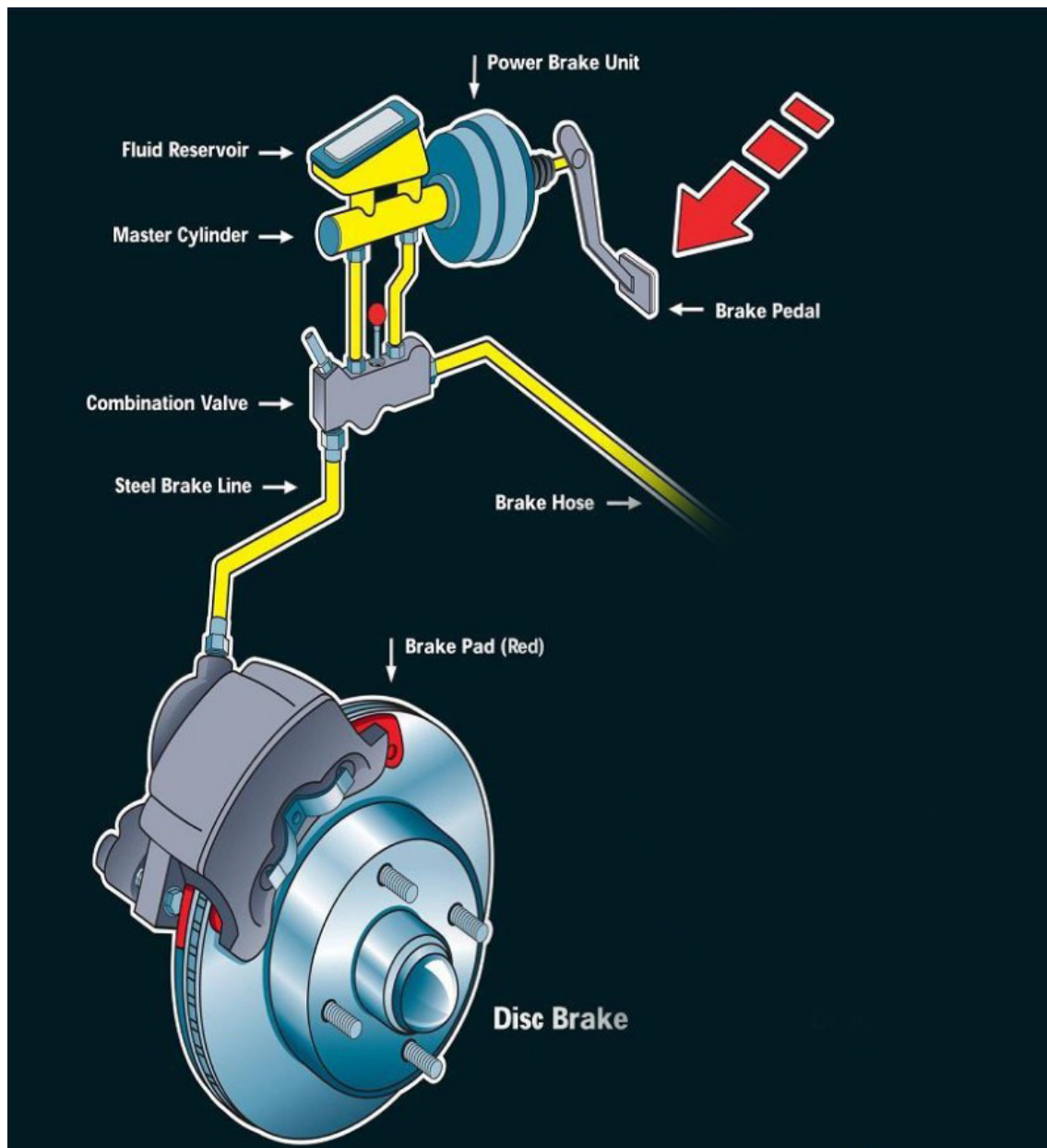
1. Baja fricción EE
2. Media fricción EF o FE
3. Alta fricción FF (Tener en cuenta que la fricción FF se usa en repuestos originales)
4. Para competencia GG
5. Fricción Industrial HH

## Rangos del coeficiente de fricción



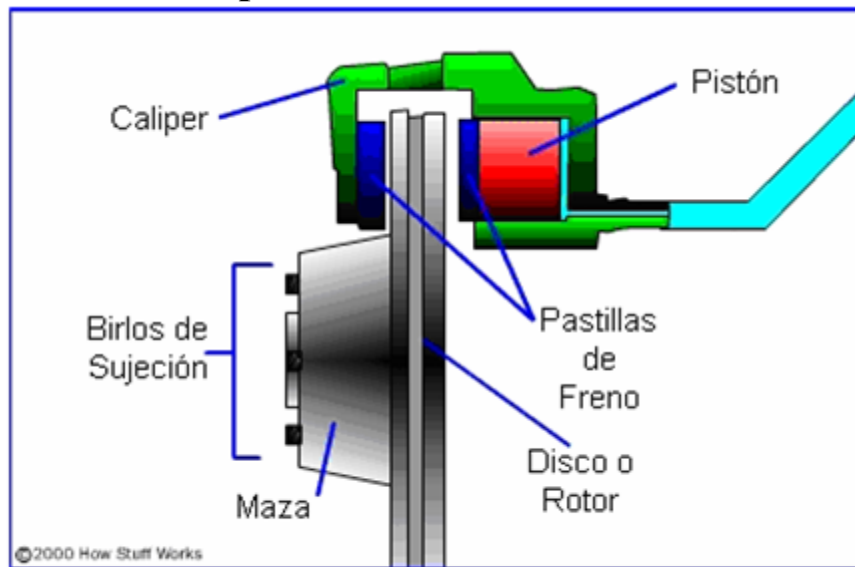
## Freno de disco

El líquido de frenos circula por el circuito hidráulico hasta presionar el pistón y empujar la pastilla contra el disco. La presión contra el disco de la pastilla que se desplaza con el pistón, empuja la otra pastilla contra el disco. El rozamiento entre las pastillas y el disco frena la rueda.





## Componentes del freno de Disco



## Componentes del Freno de Disco

### Discos



SOLIDO

VENTILADO

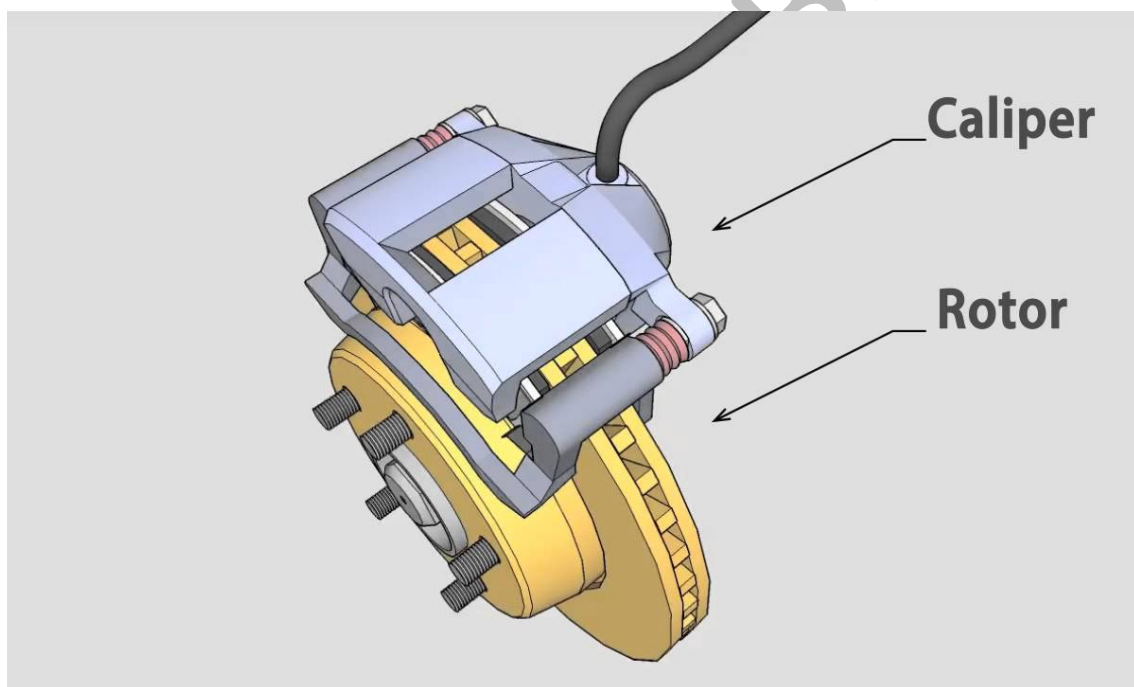
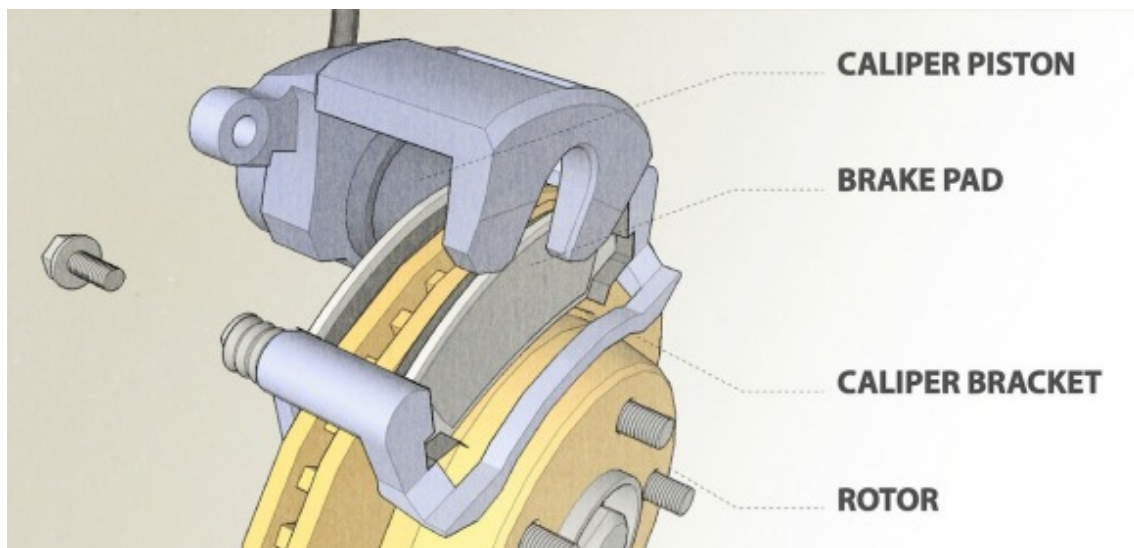
PERFORADO

CERAMICO

RANURADO

Existen diferentes tipos de discos de freno. Algunos son de fundición mientras que otros son de acero u otros materiales más innovadores como materiales cerámicos por otra parte algunos están rayados en la superficie o tienen agujeros que los atraviesan. Estos últimos, denominados discos ventilados, ayudan a disipar el calor.

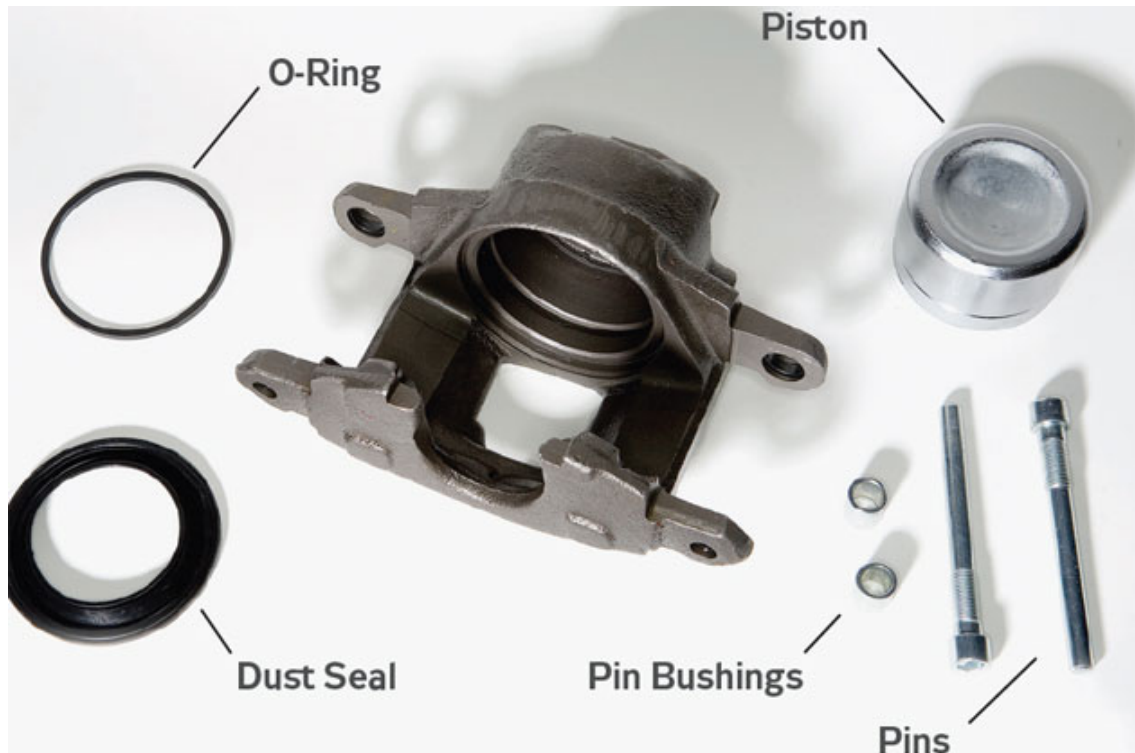
*Mordazas (calipers) o pinzas*



La mordaza es el soporte de las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están generalmente hechos de hierro y luego son recubiertos por un cromado.

### *Pistones o cilindros*

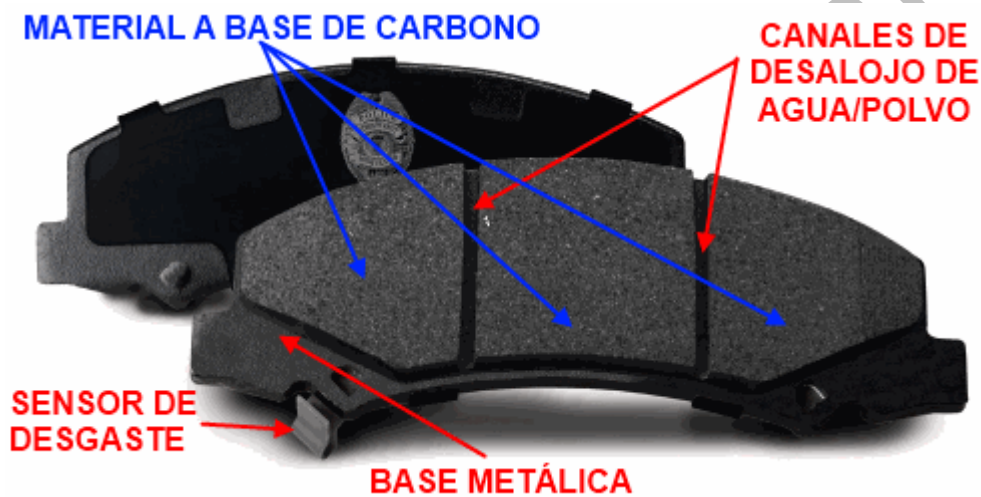
Los pistones cuentan con una fijación que va alrededor y sellos que impiden el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados. La mordaza lleva un conducto por el cual entra el líquido de frenos y eso hace que la mordaza empuje la pastilla contra el disco y, a la vez, que se corra la mordaza para frenar con ambas y se logre uniformizar el frenado y el desgaste.



### ***Pastillas de freno***

Las pastillas están diseñadas para producir una alta fricción con el disco. El material del que estén compuestas determinará la duración, potencia de frenado y su comportamiento en condiciones adversas. Deben ser reemplazadas regularmente, y muchas están equipadas con un sensor que alerta al conductor cuando es necesario hacerlo.

Algunas tienen una pieza de metal que provoca que suene un chillido cuando están a punto de gastarse, mientras que otras llevan un material que cierra un circuito eléctrico que hace que se ilumine un testigo en el cuadro del conductor.



### ***100% libre de Asbesto***

Anteriormente las pastillas de freno contenían asbesto (es el nombre de un grupo de minerales metamórficos fibrosos), ahora está totalmente prohibido por resultar carcinógeno.

### ***Daños en los discos de freno***

Los discos pueden sufrir diferentes daños: alabeo, rayado, rotura y cristalización.

#### **Alabeo**

El alabeo se produce por un sobrecalentamiento de la superficie de frenado que provoca una deformación en el disco. Esto provoca vibraciones en la frenada y una disminución en la potencia de frenado. El alabeo puede ser prevenido con una conducción menos



exigente con los frenos, aprovechando el freno motor con un uso inteligente de la caja de cambios para reducir la carga del freno de servicio. Pisar el freno continuamente provoca una gran cantidad de calor, así que se debe tener mucha precaución.

### **Rotura**

La rotura está en todos los tipos de discos, en los que pueden aparecer grietas entre los agujeros, (para los ventilados y super ventilados), y grietas en la superficie de fricción que tiene el disco.

### **Rayado**

Es producido cuando las pastillas de freno no están bien instaladas o son de material más duro que el material proveniente de los discos, esto al frenar provoca un rayado en el cual hace que el disco, en la superficie de fricción se deforme. La solución para este problema es el rectificado de ambos discos. Pero a veces es a causa de la mala instalación de ese sistema

Cuando la zapata se desgasta, los remaches que la fijan rozan el tambor y lo rayan, porque el operador del vehículo, generalmente, no tomó las acciones preventivas y periódicas necesarias.

### **Cristalización**

Las pastillas se cristalizan cuando, al momento de frenar, el material de fricción del disco con las pastillas generan una mayor temperatura (por ejemplo, al frenar desembragado en la bajada de una cuesta), y a su vez generan que la resina que contiene el material de fricción se haga líquida y suba a la superficie formando una capa que evita el rozamiento y la abrasión entre ambos objetos, provocando que el disco o la pastilla se deterioren, quedando la pastilla con un brillo en la superficie y con textura ultra dura y el disco en cambio de un color azulado, pudiendo aparecer micro fisuras a raíz de dicha cristalización.

La “cristalización” de las pastillas es una evidencia concluyente de que los frenos fueron abusados y por lo tanto recalentados.

Se sabe que un aumento excesivo de temperatura de las pastillas genera un deterioro del material, y un aumento de la temperatura del pistón y, por lo tanto, del líquido de frenos. El excesivo aumento de la temperatura del disco tiene asimismo grandes consecuencias: puede darse una transformación de la fundición en la superficie o una deformación permanente del disco. Puede que también la pista del disco se curve y tome la forma de un cono, dificultándose el enfriamiento.

## ***Tipos de pastillas de freno***

### **Cerámicas**



Este tipo de pastillas están compuestas por cerámica y fibra de cobre, lo que permite que las pastillas de este tipo controlen la tendencia del freno a perder potencia a temperaturas más altas y se recuperen de manera más rápida luego de detener el vehículo o móvil del disco.

#### **Ventajas:**

- Silencioso: las pastillas de freno de cerámica están hechas de una mezcla de materiales principalmente cerámicos con pequeñas cantidades de sustancias no metálicas. Este tipo de pastillas de freno son más suaves, lo que ayuda a reducir el ruido significativamente al frenar.
- Baja cantidad de polvo de freno: los materiales utilizados para hacer las almohadillas de cerámica solo crean una cantidad ligera de polvo de freno. A diferencia de otros tipos de pastillas de freno, que generalmente generan grandes cantidades de polvo de freno, el polvo de las pastillas de cerámica es más fácil de limpiar de las llantas de un automóvil.
- Durabilidad: las pastillas de freno de cerámica son mucho más duraderas que las pastillas de freno metálicas, semi-metálicas, u orgánicas.

#### **Limitaciones:**

- No aptos para camiones grandes o SUV: las pastillas de freno de cerámica son de construcción suave y no necesariamente funcionan bien con camionetas pickup y SUV de servicio pesado que transportan más peso que los vehículos de pasajeros.
- Costoso: Si bien hay opciones asequibles disponibles, la mayoría de las pastillas de freno de cerámica tienen un precio más alto que las pastillas de freno semimetálicas o alternativas orgánicas.

#### **Orgánicas**

Están compuestas por materiales comunes y algunos con el grafito, resinas y fibras, estas son de una inmejorable calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas y este tipo de pastillas necesita un rodaje en los primeros kilómetros

#### **Semi metálicas, bajo metal o metálicas**

Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tiene mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastilla. La duración es muy elevada, llegando a alcanzar los 15 000 kilómetros. El calor desprendido es mucho mayor que los otros tipos.

**Ventajas:**

- Ideal para la transferencia de calor: las pastillas de freno semimetálicas generalmente están hechas de lana de acero, cobre y otras sustancias metálicas, que pueden manejar las altas temperaturas de la transferencia de calor mejor que los frenos de cerámica.
- Perfecto para camiones pesados y SUV: camionetas grandes y SUV transportan más peso, lo que tiende a generar más calor y presión dentro del sistema de frenos. Dado que las pastillas de freno semimetálicas, bajo metal o metálicas están construidas para manejar la transferencia de calor, son perfectamente adecuadas para vehículos pesados.
- Asequible: este tipo de pastillas de freno son comúnmente utilizadas por la mayoría de los fabricantes, y son menos costosas que las pastillas de cerámica u orgánicas.

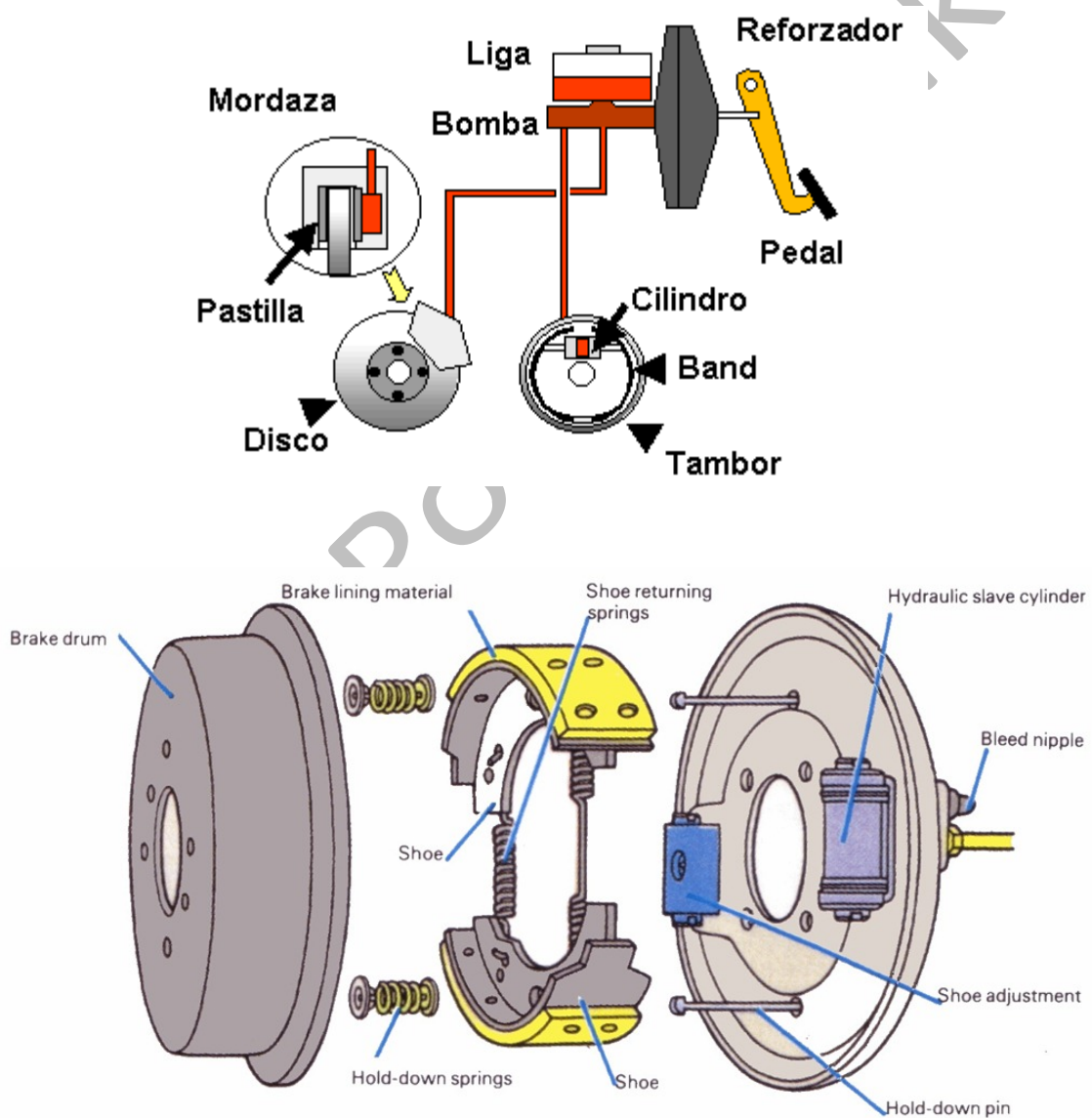
**Limitaciones:**

- Generación mínima de ruido: cada vez que reduce la velocidad o se detiene por completo, este tipo de pastillas de freno suelen ser un poco más ruidosas que los modelos de cerámica.
- Crear polvo de freno: las pastillas de freno semimetálicas, bajo metal u metálicas generan un polvo de freno debido a sus materiales disipadores de calor.
- Menor duración: los modelos semimetálicos, bajo metal o metálicas usan materiales que no duran tanto como los que se usan en las pastillas de freno de cerámica.



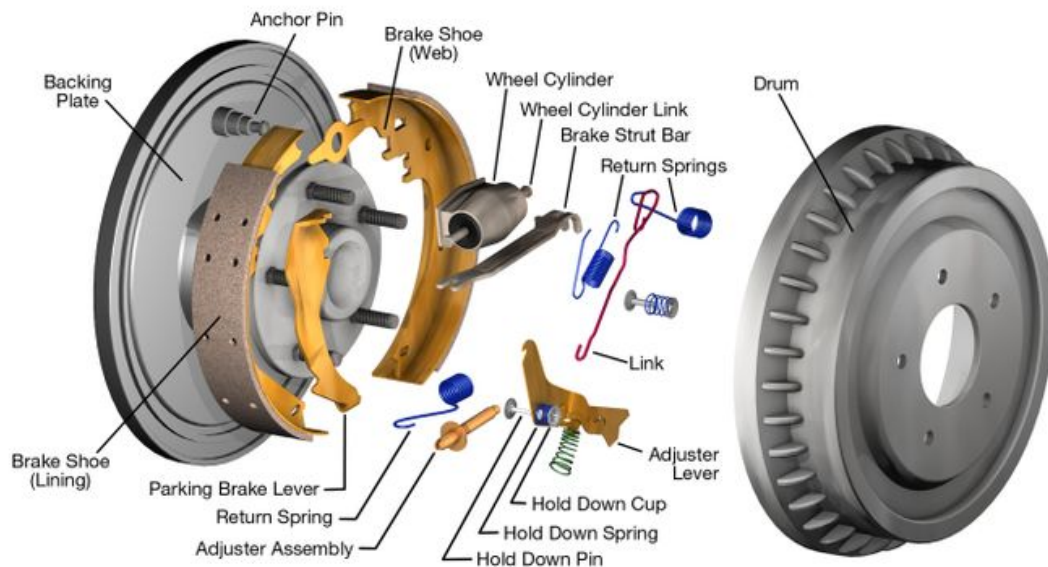
## Freno de tambor

El freno de tambor o freno de campana es un tipo de freno en el que la fricción se causa por un par de zapatas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda.



**CONSTRUCTION OF DRUM BRAKES**





## Componentes del freno de tambor

### *Zapatas del freno*

Las zapatas del freno por lo general están hechas de dos piezas de acero soldadas entre sí. El material de fricción está remachado al revestimiento de la tabla o pegado con adhesivo. La pieza con forma de media luna se llama red y tiene agujeros y ranuras en diferentes formas que sujetan los elementos de reajuste automático, el muelle recuperador, la unión con el freno de parqueo y el soporte de apoyo.

Toda la fuerza del cilindro (o bombín) es aplicada a través de la red a la tabla y al revestimiento de frenado. El borde del revestimiento por lo general tiene tres cortes o muescas en forma de "V" llamados plumines. Los plumines descansan contra las almohadillas de soporte del plato posterior en el cual las zapatas están instaladas. Cada conjunto de freno tiene dos zapatas, una primaria y otra secundaria.

La zapata primaria está ubicada mirando hacia el frente del vehículo y tiene el forro o revestimiento ubicado diferente de la zapata secundaria. Muy a menudo, las dos zapatas son intercambiables, así que una inspección detallada ante cualquier variación es importante.



### ***Tambor***

El tambor es la pieza que constituye la parte giratoria del freno y que recibe la casi totalidad del calor desarrollado en el frenado.



### ***Plato de freno***

El plato de freno está constituido por un plato porta frenos o soporte de chapa embutida y troquelada, sobre el que se monta el bombín o bombines de accionamiento hidráulico y las zapatas de freno y demás elementos de fijación y regulación.



### ***Ventajas y desventajas del sistema de frenos de tambor***

El sistema de frenos de tambor tiene la ventaja de ser muy efectivo, tener un bajo costo y una larga duración. Pero posee el inconveniente de la ventilación. Los frenos de tambor presentan la ventaja de proteger el sistema contra proyecciones de agua, barro, etc. Haciéndoles más idóneos para condiciones de nieve o lluvia, en caminos o carreteras complicadas.

Actualmente, los frenos de tambor se siguen utilizando en los vehículos de gama baja, sobre todo en las ruedas traseras, debido a su menor costo sobre los frenos de disco. También porque los frenos traseros trabajan en un menor porcentaje a lo que hacen los delanteros.