



**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA MÉCANICA AUTOMOTRÍZ**

**“ESTUDIO DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE LOS DIFERENTES  
TIPOS DE AMORTIGUADORES”**

**AUTORES**

**NOBOA ESPINEL JUAN FRANCISCO**

**VITERI ALVAREZ ERIC NICOLAS**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ING. MIGUEL GRANJA**

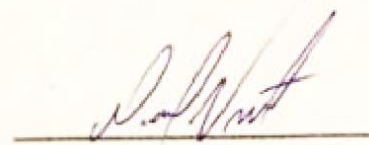
**QUITO, 2020**

## CERTIFICACIÓN

Nosotros, Juan Noboa, Nicolás Viteri declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí desarrollado es de nuestra autoría; que no ha sido presentada anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestro derecho de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que este proyecto de titulación sea divulgado.

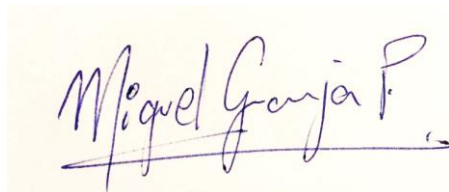


Juan Noboa



Nicolás Viteri

Yo Miguel Granja, certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad de su contenido.



-----  
Ing. Miguel Granja

## AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por bendecir mi vida y guiarla con su infinita sabiduría a cumplir este sueño. Por darme la fuerza de luchar cada día y la perseverancia en los momentos de dificultad.

Gracias a las personas más importantes de mi vida, mi familia. Mis padres, Eric y Catalina quienes son mi ejemplo a seguir. Por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional. Por su sacrificio diario para darme la mejor educación e inculcarme los valores que hoy me hacen ser quien soy. A mi hermana Andrea por sus sabios consejos y su ayuda en cada paso.

Agradezco en especial este logro a mi hermano Esteban por todo su apoyo a lo largo de mi carrera de estudios, en lo personal y en mi vida en general. Por ser mi motor y estar ahí siempre con su mano extendida.

A los docentes de la UIDE por compartir sus conocimientos conmigo y ayudarme a lo largo del camino a seguir con esta profesión. Por su infinita bondad y sabiduría que me han llevado a tener todos los conocimientos para poder llegar hasta este punto.

Nicolás Viteri.

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, se lo quiero dedicar a mi familia en general. Desde mis abuelos Germán, Medardo, Inés y Marlene, quienes con su ejemplo de trabajo duro, dedicación y honestidad, me han sabido guiar por el camino correcto para poder llegar seguir cumpliendo mis sueños. A mis padres Eric y Catalina que son y siempre serán mi orgullo más grande por haber formado una familia de la cual me siento muy afortunado de tener. A mis hermanos Andrea y Esteban por todo su apoyo incondicional, su fraternidad y amor con el que siempre me han acompañado a lo largo de mi vida.

Nicolás Viteri.

## AGRADECIMIENTO

Para poder llegar a la culminación de este trabajo y de esta etapa en mi vida creo que es muy importante agradecer primero a Dios ya que fue la guía y la sigue siendo en cada uno de mis pasos y supo guiarme para poder llegar a este punto que es la obtención de mi título universitario, en segundo lugar quiero agradecer a mis padres y mis hermanos por ser ese apoyo incondicional y soportar las largas adversidades que se nos presentaron como familia durante mi tiempo de estudio y a lo largo de mi vida.

De igual manera un enorme agradecimiento a mis docentes universitarios ya que ellos fueron quienes con su esfuerzo y con paciencia supieron transmitirme su conocimiento haciendo de mí una persona más culta, con valores preparándome para enfrentar mi vida laboral y profesional.

Quedo eternamente agradecido con la Universidad Internacional del Ecuador ya que de ella me llevo los mejores recuerdos, las mejores enseñanzas y un sin número de experiencias, además de una inmensa familia de amigos y compañeros que obtuve a lo largo de mi estudio universitario.

Juan Noboa

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo que es un paso más para la obtención de mi título universitario a mi padre que ha sido la persona que más se ha esforzado por guiarme en este camino de hacer de mí un joven profesional con valores listo para enfrentar al mundo laboral, de igual manera él ha sido mi ejemplo a seguir cada día esforzándome para llegar a ser un poco de lo que él ha sido a lo largo de su trayecto laboral y de su vida, también quiero hacer una dedicación especial hacia mi abuelo que en paz descanse pero que siempre lo llevo presente a lo largo de mi vida.

Juan Noboa.

## Tabla de contenido

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	1
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	2
<b>DEDICATORIA</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	4
<b>DEDICATORIA</b> .....	5
<b>ESTUDIO DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE DIFERENTES TIPOS DE AMORTIGUADORES</b> .....	8
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRAC</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>1. Introducción</b> .....	10
<b>2. Marco Teórico</b> .....	10
<b>Principio de Amortiguación</b> .....	11
<b>Principio de Pascal</b> .....	11
<b>Tipos de Amortiguadores</b> .....	11
Amortiguadores mixtos .....	11
Amortiguadores hidráulicos o de aceite .....	12
Amortiguadores de gas .....	12
<b>3. Materiales y Métodos</b> .....	12
<b>Materiales</b> .....	12
<input type="checkbox"/> Amortiguadores de gas .....	12
<input type="checkbox"/> Amortiguadores de aceite .....	12
<input type="checkbox"/> Amortiguadores mixtos.....	13
<input type="checkbox"/> Vehículos a realizar las pruebas: .....	13
<b>Métodos</b> .....	13
<b>4. Análisis de Resultados</b> .....	13
<b>Pruebas Realizadas</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
Prueba (Amortiguadores de gas).....	13
Prueba (Amortiguadores de aceite).....	14
Prueba (Amortiguadores mixtos) .....	14
<b>5. Conclusiones</b> .....	15
<b>Amortiguadores de gas</b> .....	15
<b>Amortiguadores de aceite</b> . .....	15
<b>Amortiguadores mixtos</b> . .....	15
<b>Resultados en comparación</b> .....	16
<b>Referencias</b> .....	18
<b>ANEXOS</b> .....	19
<b>Amortiguador (automóvil)</b> .....	20
Características de un amortiguador dañado .....	46
Tipos de amortiguadores .....	46
<b>Amortiguadores</b> .....	46
<b>FUNCIONES DEL AMORTIGUADOR</b> .....	46

Amortiguadores de Aceite o con Gas .....	49
<b>Diferencias entre amortiguadores de gas y aceite.....</b>	<b>51</b>
<b>FUNCIONAMIENTO DEL AMORTIGUADOR .....</b>	<b>57</b>
Amortiguadores de Aceite o con Gas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Principio de Pascal.....</b>	<b>60</b>
Presión de un gas .....	62
<b>Índice.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.
Problemas .....	¡Error! Marcador no definido.
Bombas y hélices.....	¡Error! Marcador no definido.
Cavitación de succión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cavitación de descarga.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Plantas .....	¡Error! Marcador no definido.
Amortiguadores.....	¡Error! Marcador no definido.
Suspensión hidráulica.....	¡Error! Marcador no definido.
Suspensión hidráulica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>¿Qué son los amortiguadores y por qué son tan importantes? .....</b>	<b>72</b>
<b>Los amortiguadores velan por la buena marcha del vehículo y son un elemento clave en la seguridad activa del mismo .....</b>	<b>72</b>
¿Qué tipos de amortiguadores existen en el mercado? .....	74
<b>Fallas y mantenimiento en los amortiguadores .....</b>	<b>75</b>
<b>Apoyos desgastados o deteriorados .....</b>	<b>75</b>
<b>El amortiguador pierde aceite .....</b>	<b>76</b>
<b>Guardapolvos rotos.....</b>	<b>76</b>
<b>Rosca pasada.....</b>	<b>77</b>
<b>Rotura de muelle.....</b>	<b>77</b>
<b>Topes desgastados .....</b>	<b>77</b>
<b>Válvulas de flujo flojas o desgarradas .....</b>	<b>77</b>
<b>Vástago de pistón dañado.....</b>	<b>78</b>
<b>Mantenimiento de los amortiguadores .....</b>	<b>78</b>
<b>Amortiguadores en mal estado: síntomas y consecuencias.....</b>	<b>78</b>
<b>Historia de Amortiguadores .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Amortiguador: Funciones y beneficios .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
¿Qué es un amortiguador?.....	¡Error! Marcador no definido.
¿Qué tan importante es el amortiguador? .....	¡Error! Marcador no definido.
¿Cómo funciona el amortiguador? .....	¡Error! Marcador no definido.
Funciones del amortiguador .....	¡Error! Marcador no definido.
¿Qué beneficios genera el amortiguador? .....	¡Error! Marcador no definido.



# **ESTUDIO DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE DIFERENTES TIPOS DE AMORTIGUADORES**

NICOLÁS VITERI – JUAN NOBOA

## **RESUMEN**

El sistema de suspensión de un vehículo se conoce como suspensión automotriz. Así se definen las formas de utilizar las fuerzas mecánicas de torsión, con la finalidad de amortiguar y suavizar el desplazamiento de un vehículo, sobre irregularidades de la superficie de un terreno. Con el siguiente estudio se va a determinar la conducción más efectiva con respecto a la temperatura de la suspensión mediante pruebas realizadas en ciclos de conducción real.

En los todos los tipos de amortiguadores que van a ser utilizados en esta demostración se presentan pérdidas de eficiencia debido al aumento de temperatura de los mismos, al ser sometidos a un trabajo de elevada precisión, como lo es el de mantener la estabilidad y equilibrio del auto. En este caso, se está hablando de un peso total de 1195kg tomando en cuenta el peso del vehículo, más un conductor de peso promedio.

La temperatura de los amortiguadores, en cada una de sus presentaciones, juega un papel importante en el rendimiento de los mismos, ya que la disipación de calor es directamente proporcional a la efectividad de su funcionamiento en trabajos exigentes. Lo que se busca evitar con la disipación de calor, es que se formen burbujas de aire en el fluido y presente cavitación en el interior de sus componentes, ya que, con la presencia de los mismos, su eficiencia disminuye al igual que su vida útil.

En el presente artículo, se va a demostrar cual es el tipo de amortiguador que disipa el calor de mejor manera mediante un estudio práctico en el cual sometemos a tres tipos de amortiguadores al mismo recorrido, verificando cuál es el que sufre de mayor aumento de temperatura en el transcurso del viaje. Para el mismo, se utilizarán los 3 tipos de amortiguadores más comunes en el mercado que son: amortiguadores de aceite, amortiguadores mixtos y amortiguadores a gas. Verificando su temperatura en el punto de partida y en su punto final, para analizar el calentamiento de los mismos en el transcurso del camino designado y su eficiencia térmica.

Hay que tomar en cuenta que no solo se debe medir la efectividad del amortiguador por la estabilidad que este le brinda al auto, sino que también juega un papel indispensable el confort que debe sentir el conductor tanto en las curvas como en baches, rompe velocidades, caminos defectuosos, etc.

En lo que refiere a combinación equilibrada de confort y estabilidad, en el presente artículo se demuestra que la mejor opción es el amortiguador mixto, debido a su excelente disipación de calor en trabajos exigentes y la permanencia de la rigidez no excesiva en las irregularidades que presenta el tramo designado.

## ABSTRACT

The suspension system of a vehicle is known as automotive suspension. This defines the form to use the mechanical torsional forces in order to cushion and smooth the vehicle movement over the irregularities on the surface of a terrain. The following study it's going to determinate the most effective conduction respect for the suspension temperature through tests carried out in real driving cycles.

In all the types of shock absorbers that are going to be used in this demonstration their efficiency losses due to their increase in temperature when they are subdued to a high precision work such as maintaining stability and balance of the car. In that case it's talking about a total weight of 1195kg considering the weight of the vehicle, plus an average weight driver.

The shock absorbers temperature, in each of its presentation, plays an important role in their performance because the heat dissipation is directly proportional to the effectiveness of its operation in demanding jobs. What is sought to avoid with heat dissipation, is that air could form bubbles in the fluid and it could present cavitation inside of its components since with it presence their efficiency could decreases as does its useful life.

In this article it's going to demonstrated which is the type of shock absorber that dissipates the heat in the best way through a practical study in which it submit three vehicles of similar characteristics as the travel checking which is the one that suffers from the highest temperature increase during the trip. For this, the 3 most common shock absorbers on the market will be used: oil shock absorbers, mixed shock absorbers and gas shock absorbers. Verifying their temperature at the starting point from their final point to analyze their heating during the designed way in their thermal efficiently.

We have to consider that the effectiveness of the shock absorber not only must be measured by the stability that it provides to the car, it also plays an essential role the comfort that the driver must feel in curves and potholes as breaks speeds, faulty roads, etc.

Regarding a balanced combination of comfort and stability, this article shows that the best option of shock absorbers, is the mixed one, due to its excellent heat dissipation in demanding jobs and the in permanence of not excessive rigidity in the irregularities that the design trip presented.

## 1. Introducción

En la actualidad existen varios tipos de amortiguadores en el mercado automotriz, cuyo principio es controlar los movimientos de la suspensión, los muelles y/o resortes. El movimiento de la suspensión genera energía cinética, que se convierte en energía térmica o calorífica. Esta energía se disipa a través del aceite. [1] El amortiguador se fija directamente al chasis o a la carrocería por un extremo y al eje de la rueda por el otro. El amortiguador tiene dos funciones principales:

- Fuerza de compresión

Es la resistencia que el amortiguador opone al cerrarse y así ayuda a los resortes a recibir los impactos que comprimen la suspensión evitando que la llanta se separe del piso.

- Fuerza de tracción

Controla la energía acumulada en el resorte de suspensión que fue comprimida y evita que se abra bruscamente reduciendo oscilaciones de la carrocería que son molestas y peligrosas.

La función del amortiguador es controlar esas oscilaciones, transformando en calor la energía que almacena el resorte. El principio del funcionamiento del amortiguador es sencillo: un pistón unido a la carrocería a través de un vástago de fijación que se desliza en el interior de un cilindro unido a la rueda y lleno de un fluido (aceite o gas); y una serie de orificios calibrados en el pistón permiten el paso del aceite entre las dos partes en que queda dividido el cilindro, frenando así la oscilación de la carrocería. [2]

El amortiguador de gas se usa en un sinnúmero de campos por ejemplo en campo industrial, automotriz y de muebles. El desarrollo de amortiguadores cargados con gas, ha significado un gran avance en la

tecnología Control de Conducción. El avance fue para solucionar problemas de Control de Conducción, que se produjeron debido a un creciente número diseños de vehículos que utilizan la construcción monocasco [3]

Los amortiguadores hidráulicos o de aceite operan especialmente con sustancias lubricantes, en efecto, como su palabra lo indica, con aceite. Además, se caracterizan por contar con dos cámaras que poseen aire solo, donde va entrando el aceite a través de unas válvulas reguladora y de acuerdo al movimiento del vástago, el aceite pasa de una cámara a otra. [4]

El amortiguador mixto trabaja con nitrógeno al igual que con aceite hidráulico, este posee una cámara de nitrógeno que sirve para evitar las burbujas de aire dentro del sistema, el mantenimiento en este amortiguador debe ser específico de las instrucciones del fabricante ya que podría causar fallos en la amortiguación del vehículo [5]

La presente investigación se realiza mediante un análisis térmico entre los diferentes tipos de amortiguadores para demostrar la mejor opción en eficiencia térmica. Para determinar la mejor alternativa en amortiguadores se realizará una comparación de las características y resultados térmicos de las pruebas realizadas.

## 2. Marco Teórico

En el presente artículo se va a tratar sobre los diferentes tipos de amortiguadores como lo son los de gas, aceite y mixtos. Estos ayudan a que el vehículo pueda controlar su movimiento y reducir en gran manera el rebote del mismo, tienen como finalidad absorber las imperfecciones del camino con un movimiento vertical manteniendo las llantas pegadas al piso con la ayuda de resortes, muelles o barras de torsión. [6]

## Principio de Amortiguación

El funcionamiento del amortiguador se basa en la circulación de aceite entre los dispositivos internos a través de un conjunto de válvulas que generan una resistencia al paso del mismo entre las cámaras del amortiguador. De esta forma se controlan las oscilaciones de la suspensión. Para que el amortiguador se abra, el pistón necesita subir y esto solo se logra si el aceite que está arriba del pistón fluye a través del mismo. Para controlar el paso del aceite, están los barrenos ubicados en el cuello del pistón y las ranuras que se hacen en el asiento de la válvula de expansión. Además de los barrenos y las ranuras, está también el resorte de expansión que mantiene la válvula bajo presión controlada. El actuar de estos tres elementos, proporciona la fuerza del amortiguador que se conocen como resistencias hidráulicas. [7]

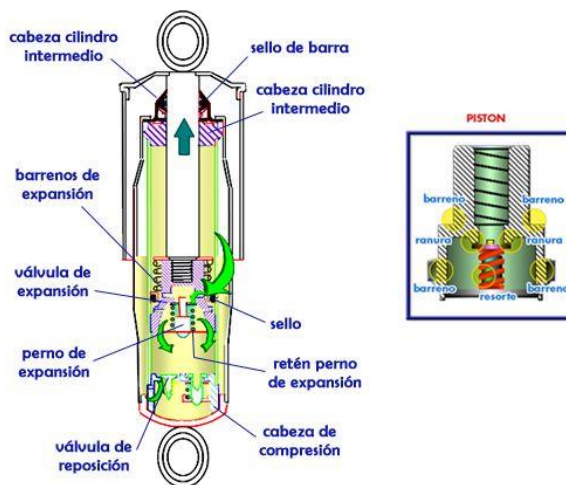


Gráfico 1. (partes del amortiguador)

Fuente: (blog de mecánica automotriz virtual)

## Principio de Pascal

Citando el principio según Pascal “La presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en

todas las direcciones y en todos los puntos del fluido” [8]

El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca, perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma velocidad y por lo tanto con la misma presión. [9]

## Tipos de Amortiguadores

### Amortiguadores mixtos

Son también hidráulicos, pero en vez de contener sólo aire en las cámaras, tienen gas nitrógeno, de este modo hace más eficiente el regreso del fluido a las cámaras acelerando el contacto de los neumáticos con el pavimento después de un rebote y evita que se formen burbujas. lo que genera mejor respuesta en trabajo duro siendo los más recomendables.

-Ventajas: Mejor y más rápida adherencia de los neumáticos al piso, aún en trabajo duro.

-Desventajas: Vuelven la suspensión un poco más rígida. [8]

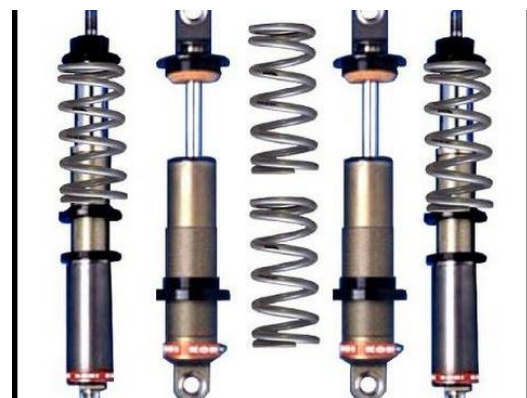


Gráfico 2. (amortiguador mixto)

Fuente: (mechanical componets blog)

### Amortiguadores hidráulicos o de aceite

Trabajan únicamente con aceite, estos contienen dos cámaras y según el movimiento del vástago el aceite pasa de una cámara a otra, estas cámaras contienen aire solamente donde va entrando el aceite por medio de unas válvulas reguladoras, gracias a ellos logra funcionar con una gran eficiencia.

- Ventajas: No son tan rígidos
- Desventajas: Menos rendimiento en curvas exigentes, genera burbujas el paso del aceite de una cámara a otra. [9]



Gráfico 3. (Amortiguadores de aceite)

Fuente: (The honest analytics) página web

### Amortiguadores de gas

En este amortiguador funciona igual que los anteriores, pero cambia su componente principal siendo completamente de gas, los muelles absorben el impacto y lo transforman en calor, que luego pasa a calentar el fluido correspondiente, ya sea aire o nitrógeno.

- Ventajas: Favorecen la conducción mejorando la adherencia de los neumáticos al asfalto
- Desventajas: Más duros y rígidos, a los ocupantes del habitáculo les puede dar la sensación de sentir más los baches o irregularidades del terreno [10]



Gráfico 4. (Amortiguador de gas)

Fuente: (Nitro.pe) página web

## 3. Materiales y Métodos

### Materiales

Para el siguiente estudio se usará los siguientes materiales:

- Amortiguadores de gas



Gráfico 5.

Fuente: (Endurance superbike) página web

- Amortiguadores de aceite



Gráfico 6.

Fuente: (Classic motorsport)  
página web

- **Amortiguadores mixtos**



Gráfico 7.  
Fuente: (Desguaces vidaurreta)  
página web

- **Vehículo a realizar las pruebas:**  
Chevrolet Vitara Clásico.



Gráfico 8.  
Fuente: Todo4x4.com.

- **Termómetro**



Gráfico 10.  
Fuente (Bosch)

## Métodos

Para este estudio se aplicó el método deductivo, ya que se analizarán los datos obtenidos en los vehículos en los cuales se está instalado los amortiguadores de gas, aceite, y mixtos. También, se aplicará un método cualitativo para determinar cuál de los amortiguadores anteriormente mencionados tiene un mejor rendimiento térmico según el uso regular.

Las pruebas para determinar los valores térmicos de los amortiguadores se realizarán mediante un recorrido específico en el vehículo este recorrido se realizó en la pista de Otón, la cual se encuentra ubicada en el barrio San Lorenzo a 350 metros del mirador de Otón, con un recorrido total de 9 kilómetros (3 vueltas) en camino irregular de tierra. variando los amortiguadores en cada viaje, los cuales al terminar este recorrido se realizará la medición térmica mediante el termómetro automotriz, obteniendo los valores térmicos de las condiciones de trabajo realizadas en el tramo del recorrido.

## 4. Análisis de Resultados

### Pruebas Realizadas

Las pruebas se realizaron con una pistola termómetro.

- Tiempo del trayecto: 7.20 minutos aprox.
- Velocidad promedio: Entre 80km/h y 100km/h.
- Distancia: 9km, 3 vueltas al trazado (3km cada vuelta).
- Horario: 11 am
- Temperatura de trabajo vh: 90 grados centígrados.
- Temperatura ambiente: 22 grados centígrados.





Gráfico 10.

Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri



Gráfico 11.

Fuente: Diseño de ruta de pista de rally Otón. (extraído por Juan Noboa y Nicolas Viteri).

**Prueba (Amortiguadores de gas)**

Chevrolet Vitara Clásico

Amortiguador	Amortiguador Frío	Amortiguador Caliente
Delantero derecho	26,8 °C	29,4 °C
Delantero izquierdo	28,4 °C	34,2 °C
Trasero derecho	25,6 °C	33,2 °C
Trasero izquierdo	24 °C	30,4°C

Gráfico 12. Resultados de prueba en amortiguadores a gas.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

**Prueba (Amortiguadores de aceite)**

Chevrolet Vitara Clásico

Amortiguador	Amortiguador Frío	Amortiguador Caliente
Delantero derecho	31,6 °C	36,2 °C
Delantero izquierdo	31,6 °C	33,2 °C
Trasero derecho	26,4 °C	35,3 °C
Trasero izquierdo	26,6°C	33,5°C

Gráfico 13. Resultados de prueba en amortiguadores a aceite.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

**Prueba (Amortiguadores mixtos)**

Chevrolet Vitara Clásico

Amortiguador	Amortiguador Frío	Amortiguador Caliente
Delantero derecho	23,2 °C	27 °C
Delantero izquierdo	23,8 °C	27,6 °C
Trasero derecho	28,4 °C	28,6 °C
Trasero izquierdo	24,5°C	29,6°C

Gráfico 14. Resultados de prueba en amortiguadores mixtos

Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri.

## 5. Conclusiones

### Amortiguadores de gas.

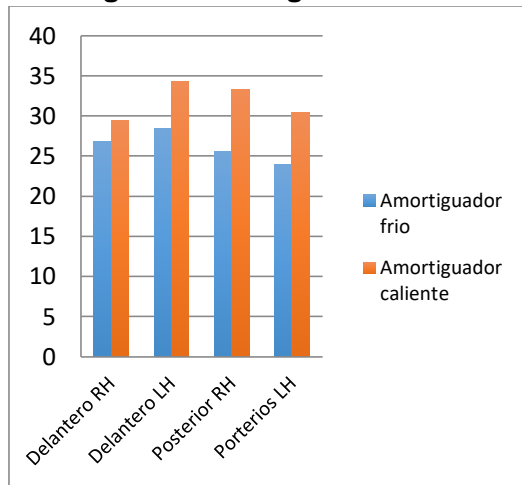


Gráfico 15. Gráfica comparativa en amortiguadores a gas.

Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri.

Al realizar la prueba en los amortiguadores de gas, se puede verificar que estos tienen un resultado positivo en la disipación de calor, puesto que el gas ayuda a que la temperatura no se eleve en grados excesivos y pueda mantenerse en una temperatura óptima de trabajo, pero también, no son los óptimos para el trabajo en terrenos difíciles, el vehículo descendía de forma brusca ante los huecos que se presentaban en la carretera, en los rompe velocidades el vehículo se precipitaba con una gran fuerza considerando que los amortiguadores eran relativamente nuevos.

### Amortiguadores de aceite.

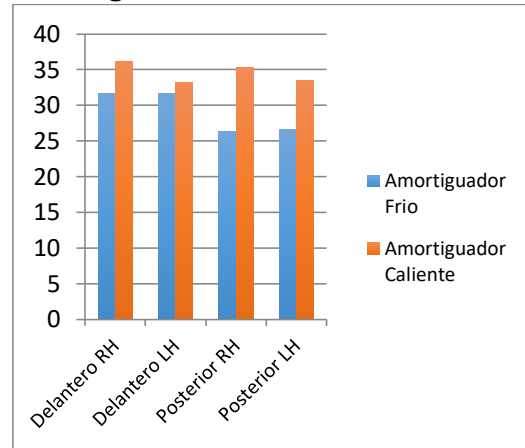


Gráfico 16. Gráfica comparativa en amortiguadores de aceite.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

Al realizar la prueba en los amortiguadores de aceite se pudo comprobar que este no disipa el calor de manera eficiente, ya que superaba los 36 grados centígrados, pero independientemente de la temperatura a la que estos pueden llegar, son amortiguadores más suaves que los de gas, puesto que el líquido que se encuentra en el amortiguador, ayuda a que los golpes en los baches y los rompe velocidades para que su caída sea suave y se sienta más confort dentro del habitáculo del auto para sus ocupantes.

### Amortiguadores mixtos.

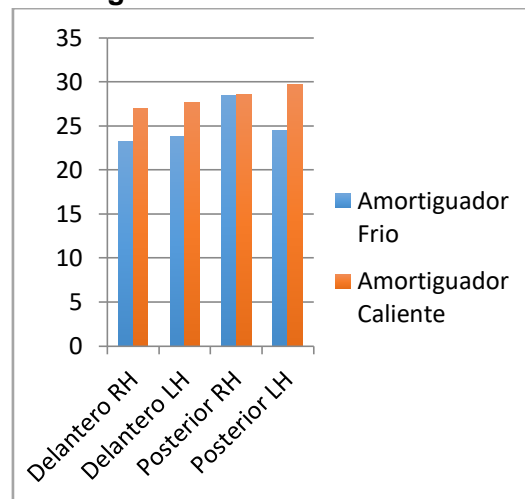




Gráfico 15. Grafica comparativa en amortiguadores mixtos. Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri.

En la prueba de los amortiguadores mixtos, se pudo comprobar que el calor se disipa casi instantáneamente, puesto que, al tener gas y aceite dentro del funcionamiento del amortiguador, el gas compensa el calor que genera el aceite, evitando la cavitación y logrando que las temperaturas no se eleven excesivamente. Con esto se logra una suspensión de auto bastante estable y equilibrada, con una caída suave en los baches e irregularidades, manteniendo a los ocupantes del auto seguros y cómodos.

**Análisis del camino:**

CURVAS IZQUIERDA	
1	3
2	1
3	2
4	3
5	3
6	2
7	3
8	3
9	3

Gráfico 16. Numero de curvas realizadas a la izquierda y su intensidad.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

CURVAS DERECHA	
1	2
2	1
3	2
4	2
5	2
6	2
7	1
8	3
9	2
10	2

Gráfico 17. Numero de curvas realizadas a la derecha y su intensidad.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

Donde:

Intensidad de las curvas	
1	Curva leve
2	Curva moderada
3	Curva cerrada.

Gráfico 18. Especificación de intensidad de curva.

Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri.

TIPO DE CAMINO	TIPO DE CALZADA
CAMINO IRREGULAR	CALZADA DE TIERRA

Gráfico 19. Especificación del tipo de camino.

Fuente: Juan Noboa y Nicolas Viteri.

En el análisis realizado al tipo de camino sobre el cual se realizó el estudio, se puede verificar que existen más curvas hacia la derecha que hacia la izquierda, haciendo que la suspensión izquierda sufra más esfuerzo. También se puede observar que se caminó sobre un tramo de calzada de tierra de 9km a velocidades altas de 80 a 100 kilómetros por hora. La profundidad de los baches en el camino irregular, también tiene un grado importante de afectación dentro del estudio de esfuerzos, debido al trabajo que los amortiguadores deben realizar al pasar sobre cualquiera de ellos.

## Resultados en comparación

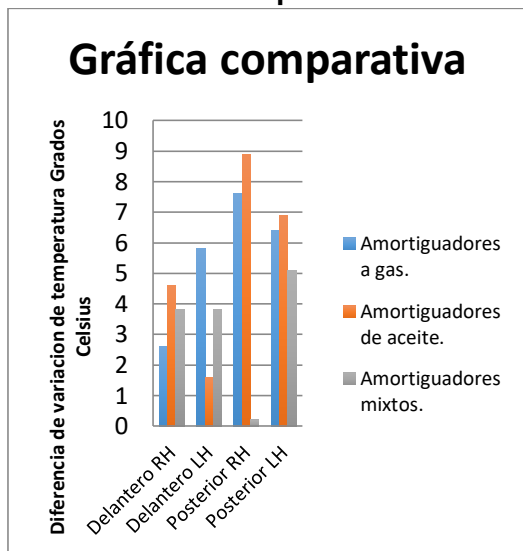


Gráfico 20. Gráfica comparativa de los resultados obtenidos.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

	Amortiguadores a gas.	Amortiguadores de aceite.	Amortiguadores mixtos.
Delantero RH	2,6	4,6	3,8
Delantero LH	5,8	1,6	3,8
Posterior RH	7,6	8,9	0,2
Posterior LH	6,4	6,9	5,1

Gráfico 21. Gráfica de las diferencias obtenidas.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

Con base a los resultados obtenidos y a las sensaciones percibidas durante la prueba de ruta se pudo determinar lo siguiente:

Amortiguador	Confort	Calidad	Disipación del calor
Gas	5	8	10
Aceite	7	7	5

Mixto	9	10	10
-------	---	----	----

Gráfico 22. Gráfica comparativa de los resultados de confort, calidad y disipación del calor.

Fuente: Juan Noboa y Nicolás Viteri.

En una tabla donde 10 es la máxima calificación que obtienen los amortiguadores estudiados y 1 es la mínima. Encontramos que los parámetros para medir la eficiencia de los mismos constarán de 3 parámetros: confort, calidad y disipación de calor.

Dentro de la misma, se puede verificar que la mejor calidad en amortiguadores, las brindan los amortiguadores mixtos, ya que tienen un excelente resultado en la disipación de calor, una calidad de amortiguación con la más alta calificación un confort que permite a los ocupantes del vehículo sentirse cómodos dentro del habitáculo. Esto hace que los amortiguadores mixtos tengan una disipación de calor inmediata, sin aumentar la rigidez en la conducción, lo cual causa una sensación de seguridad y estabilidad al conductor.

En cuanto a los resultados, le siguen los amortiguadores a gas, ya que estos brindan una excelente disipación de calor de 10 puntos, pero son demasiado rígidos haciendo que los caminos irregulares, baches y rompe velocidades, se sientan de manera brusca dentro de la cabina causando molestias al conductor.

Los amortiguadores de aceite, tienen una disipación de calor bastante pobre, ya que, al calentarse el fluido, presenta cavitación y genera puntos muertos de trabajo dentro del amortiguador, pero si hablamos de confort dentro de la cabina, son mejores que los amortiguadores de gas, ya que su rigidez no permite que las irregularidades del camino se sientan de

manera violenta para los pasajeros del auto.

Debido a las condiciones del camino seleccionado para la prueba de ruta, se pudo comprobar también que los amortiguadores izquierdos sufren más calentamiento en promedio que los amortiguadores derechos. Esto se debe a que existen más curvas hacia la derecha, causando que los amortiguadores izquierdos sufran un mayor esfuerzo.

En conclusión, se puede seleccionar entre amortiguadores de gas y de aceite, si lo que se quiere es cumplir un propósito en específico. Es decir, si se busca únicamente confort en la conducción, se puede optar por los amortiguadores de aceite, para una sensación más suave dentro de terrenos irregulares. Si lo que se busca es un amortiguador estable con una disipación de calor inmediata, se puede seleccionar los amortiguadores de gas. Siempre tomando en cuenta que la conducción con estos amortiguadores va a ser rígida y brusca dentro del habitáculo. Pero si se busca un equilibrio entre calidad, eficiencia en la disipación de calor y comodidad en la cabina, queda demostrado que la mejor opción de amortiguadores que cumple con todos los requisitos, son los amortiguadores mixtos.

## Referencias

- [1 «Principio básico del amortiguador,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Amortiguador\\_\(autom%C3%B3vil\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amortiguador_(autom%C3%B3vil)).
- [2 ACDelco, «ACDelco,» [En línea]. Available: <http://www.acdelco.com.ar/productos-amortiguadores.html>.
- [3 «Motores y mas,» [En línea]. Available: <http://motoresymas.com/sitio/edicion-no-27/amortiguadores-de-aceite-o-con-gas/>.
- [4 AutinGO. [En línea]. Available: <http://blog.austingo.es/2016/03/28/diferencias-entre-amortiguadores-de-gas-y-aceite/>.
- [5 [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=92NASbspyo4>.
- [6 «Como Funciona un Auto,» [En línea]. Available: <https://www.comofuncionaunauto.com/aspectos-basicos/como-funcionan-los-resortes-y-amortiguadores-de-un-auto>.
- [7 [En línea]. Available: <http://www.gabriel.com.mx/asesoria-tecnica/funcionamiento-del-amortiguador/>.
- [8 «Doctor Auto,» [En línea]. Available: <http://www.doctorauto.com.mx/2017/09/25/amortiguadores-hidraulicos-funcionan/>.
- [9 «Motores y Mas,» [En línea]. Available: <http://motoresymas.com/sitio/edicion-no-27/amortiguadores-de-aceite-o-con-gas/>.
- [10 «Loctite teroso,» [En línea]. Available: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/amortiguadores-de-gas-ventajas-e-inconvenientes>.
- [1 [En línea]. 1]

---

# ANEXOS

---

### 1.5. Elementos de absorción o amortiguadores

Estos son los elementos encargados de frenar o amortiguar las oscilaciones producidas por el elemento elástico de la suspensión. Es decir, cuando la rueda cae en un bache o pasa por un obstáculo el elemento elástico absorbe esta fuerza deformándose o comprimiéndose, sin embargo, en acto seguido tiene que descargar esa energía potencial de la que ha sido recargado por la deformación y normalmente lo hará transmitiéndola a la masa suspendida o a la carrocería. Es en este momento cuando el amortiguador actúa, pues frena este movimiento mediante un sistema de válvulas que tiene en el interior y se encargan de hacer pasar un 32 fluido o gas a uno u otro lado de las cámaras; así logra frenar esta reacción del elemento elástico tanto en el momento de compresión como en el de expansión y de esta forma se evitan las oscilaciones de la carrocería que podrían llegar a igualar la del elemento elástico y entrar en resonancia haciendo que no paren. (Aficionados a la Mecánica, 2014)

El amortiguador es básicamente una bomba de aceite compuesta por un cilindro un vástago unido a un pistón y válvulas calibradas. Estos crean dos cámaras, de las cuales una se llena de aceite o gas y el pistón actúa sobre este y a medida que la suspensión se mueve hacia arriba o abajo el fluido es obligado a pasar por estas válvulas. (Figura 18)

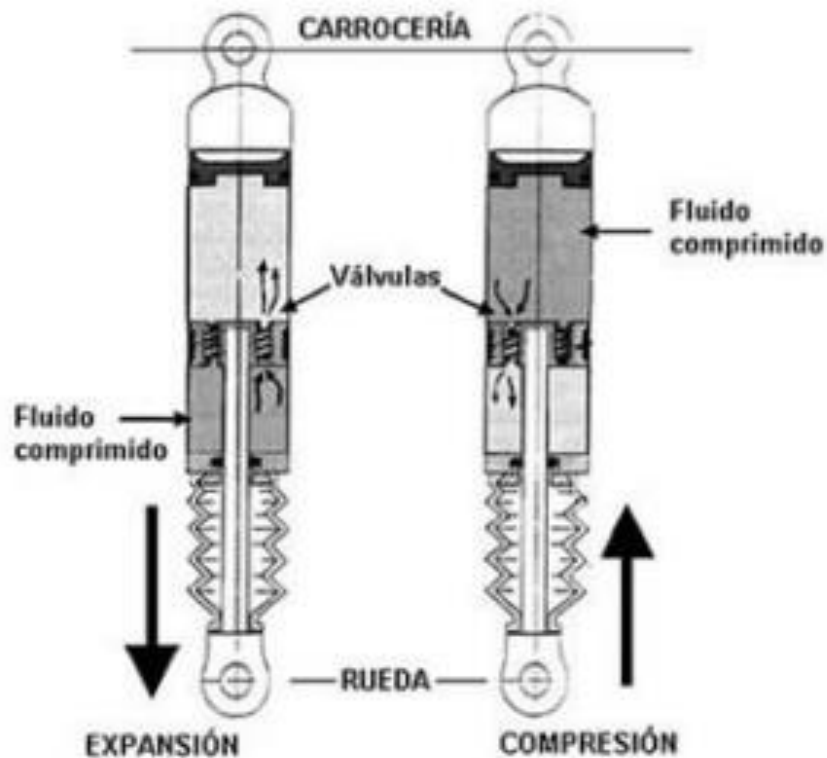


Figura 18. Esquema de funcionamiento del amortiguador.

Fuente: [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com) 33

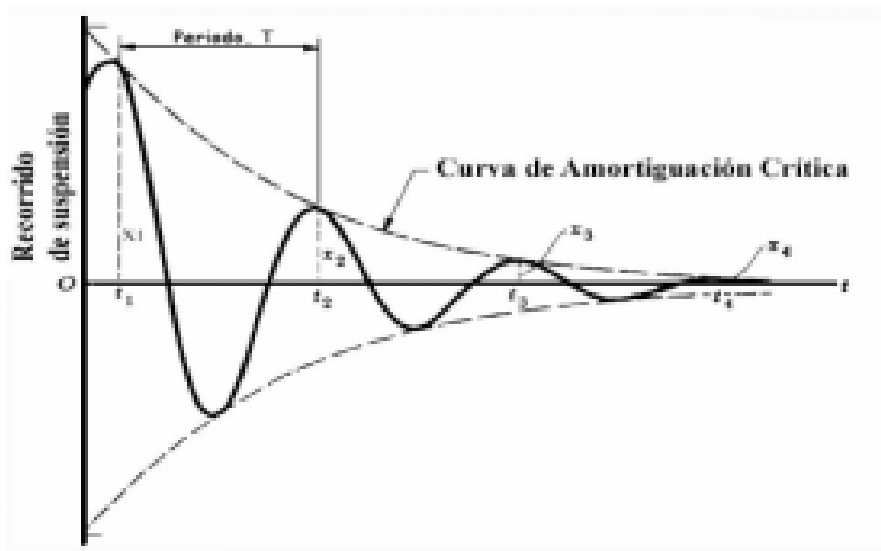
#### i. Función del amortiguador

Como la función de toda suspensión es llegar a cumplir ese compromiso entre mantener la maniobrabilidad y seguridad en la marcha y lograr el máximo confort para los ocupantes del vehículo, el papel de los amortiguadores es fundamental en ambos aspectos, por este motivo sus funciones son:

- Controlar el movimiento del elemento elástico como rebotes, oscilaciones, cabeceo en la frenada y hundimientos en la aceleración.
- Brindan una conducción y frenada uniformes lo que se traduce en estabilidad del vehículo.
- Mantener las ruedas en contacto con el suelo
- Promover un desgaste equilibrado de neumáticos y de frenos

- Reducir el cansancio del conductor.

En el diagrama siguiente podemos ver cómo se lleva el movimiento de la suspensión a estabilizarse para cumplir las funciones antes mencionadas.



*Figura 19. Curva de amortiguación.*

*Fuente: Víctor Chacón*

Figura 19. Curva de amortiguación.

Fuente: Víctor Chacón

34

### 1.5.2. Tipos de amortiguadores

Para cumplir el cometido del amortiguador se utilizan varios tipos con más o menos tecnología, pero su principio de funcionamiento es el mismo y se pueden diferenciar básicamente tres tipos, aunque los primeros casi ya no se usan.

#### 1.5.2.1. Amortiguador de fricción

Consiste en dos brazos unidos entre sí mediante con un perno central que a su vez sujeta entre ambos un disco de caucho que es el que frena las oscilaciones de los otros componentes. Actualmente se encuentran casi discontinuados pues no son eficientes y además se desgastan demasiado rápido en cualquier condición.

(Alberdi)

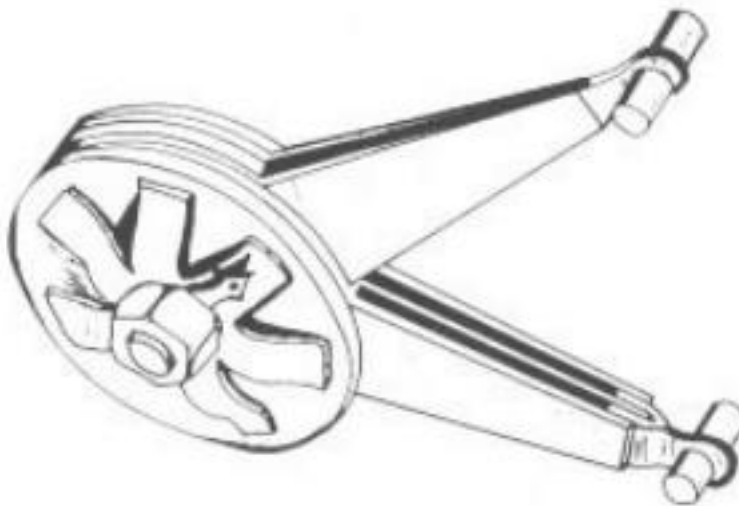


Figura 20. Amortiguador de fricción.

Fuente: [www.almuro.net](http://www.almuro.net)

35



### 1.5.2.2. Amortiguador hidráulico

Los amortiguadores hidráulicos son los más utilizados junto con los de gas, estos funcionan con una o dos cámaras selladas separadas por un pistón, el volumen de al menos una de las cámaras es llenada con un fluido, normalmente aceite que según el movimiento del vástago es obligado a pasar por agujeros o válvulas calibradas según sea la función del mismo. Los agujeros de paso permanente son los que trabajan mientras el amortiguador se encuentra en un rango normal de funcionamiento como cuando equilibra o absorbe el movimiento de la masa suspendida del vehículo cuando se encuentra en una curva. En cambio, las válvulas son calibradas según cierta presión que deba ser vencida, estas se abren para dejar pasar el aceite por ejemplo cuando la rueda cae en un bache o desnivel brusco.

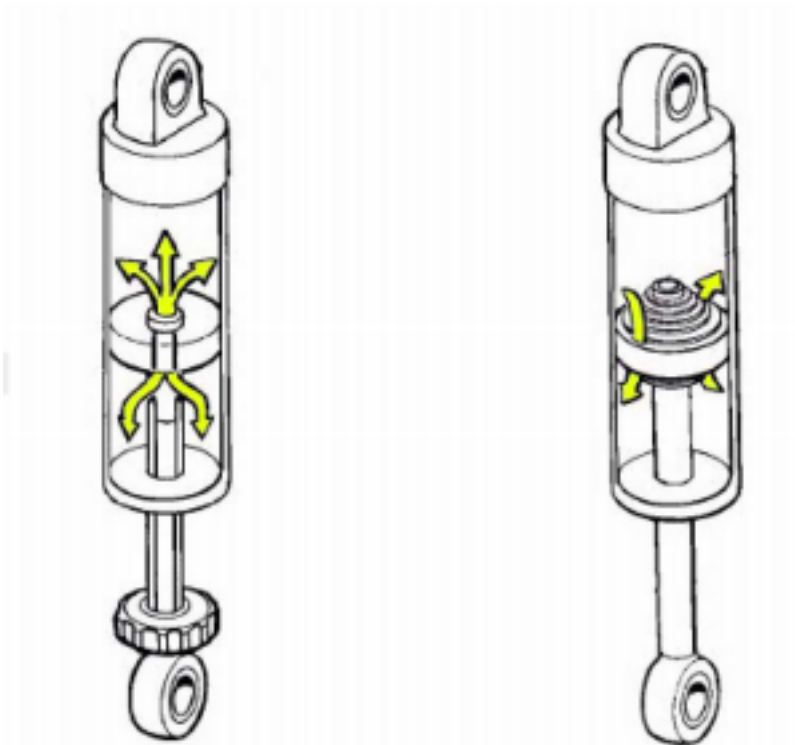


Figura 21 Flujo de aceite por agujeros y válvulas calibradas.

Fuente: Universidad de Navarra. 36

### 1.5.2.3. Amortiguador a gas

El principio es básicamente el mismo que el hidráulico, pero en vez de utilizar un fluido líquido se llenan las cámaras con un gas inerte como el nitrógeno a gran presión, la gran ventaja de este tipo de amortiguadores es que su respuesta y sensibilidad son considerablemente mejores pues bajo el mismo principio de que el gas pase por válvulas reguladas, este es más ágil y rápidamente de lado a lado. Sin embargo, este tipo de amortiguadores también tienen un tipo de fluido, pero este sirve específicamente para la lubricación de las piezas internas como pistón cilindro y válvulas.

### 1.5.2.4. Nuevas tecnologías

Actualmente, con el desarrollo de la tecnología y en especial el control electrónico y desarrollo de materiales, los amortiguadores han evolucionado de igual manera y la industria cada vez busca que mejoren sus prestaciones en todas sus funciones combinándolos con sistemas de seguridad tanto pasiva como activa.

Dentro de estos los más conocidos son los amortiguadores magnéticos o magneto eólicos, en los cuales el principio de funcionamiento es el mismo que los amortiguadores tradicionales pero el fluido que está en la parte interior reacciona a un campo electromagnético generado por unas bobinas en su interior. (Chacon, 2010) 37

En este tipo de amortiguadores se encuentran los mismos componentes como cámaras y pistón y válvulas, pero combinadas con bobinas electromagnéticas, sensores y un módulo de control de cada uno. Los sensores sensan la velocidad, distancia y fuerza del desplazamiento y el módulo de control interpreta estas señales y activa las bobinas electromagnéticas para que el fluido interior que es básicamente un líquido sintético donde se encuentran suspendidas partículas de hierro, cuando la el amortiguador necesita funcionar de forma blanda el fluido no está magnetizado y las partículas de hierro flotan libres y aleatoriamente en el fluido y este es más liquido lo que hace que fluya rápidamente por las válvulas o pasos calibrados. Al contrario, cuando se necesita que el comportamiento del amortiguador sea más firme y progresivo se magnetiza el fluido haciendo que las partículas se alineen y se ordenen haciendo que el fluido se vuelva más viscoso lo que hace que haya más resistencia al paso por las válvulas del mismo. (Chacon, 2010)

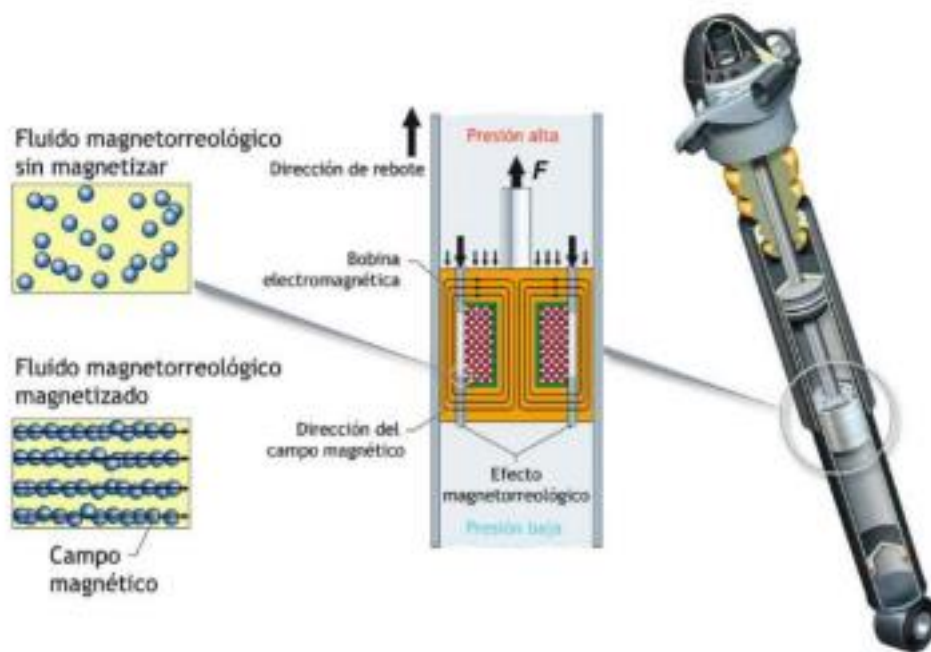


Figura 22. Funcionamiento de amortiguador magnético.

Fuente: Universidad de Navarra.

Figura 22. Funcionamiento de amortiguador magnético.

Fuente: Universidad de Navarra. 38

De esta manera se obtiene un comportamiento totalmente dinámico del vehículo en cualquier condición, mejorando significativamente la manejabilidad del auto y sobre todo el confort ya que mientras este comportamiento de la suspensión puede cambiar según las condiciones del camino todo el sistema se adapta mejor a estas condiciones con la ventaja de tener varias durezas de suspensión en un solo sistema. Y como dijimos anteriormente un auto más rígido es más estable pero menos confortable y al contrario con un auto blando que sería muy cómodo, pero poco estable y seguro.

#### 1.6. Mantenimiento de sistema de suspensión

Según los mismos fabricantes como cualquier otro sistema del vehículo necesita ser inspeccionado con frecuencia y tomando en cuenta las condiciones de uso mismo y generalmente los usuarios normales de un vehículo no toman en cuenta más que el estado de un solo elemento del sistema, los amortiguadores y dejan a un lado el resto y sobre todo las partes que constituyen cada uno de estos elementos. Al tratarse de un sistema significa que está constituido por varias partes que están relacionadas directamente entre sí, y como ha quedado evidenciado en esta investigación, cada una de estos elementos está constituido a su vez por un conjunto de piezas que hacen que funcionen como están diseñados.

Si una de los elementos o partes de este sistema no funciona o esta defectuoso, afectará a todo el sistema pudiendo conllevar a daños serios que comprometan la seguridad del mismo. Es por esto que se debe tomar en cuenta todos los elementos en un proceso lógico de inspección y mantenimiento. Si bien es cierto también que algunas de las piezas como los elementos elásticos del sistema están fabricados en teoría para durar durante la vida útil del vehículo el resto de partes deben mantenerse en buen estado para que esto suceda.

Un buen plan de mantenimiento empieza por la inspección periódica y si se planea de forma analítica, se debe empezar por los más simple hasta llegar a lo más complejo. Entonces el primer paso de esta inspección debe ser visual y revisar:

- Fugas de aceite o fluido en los amortiguadores. Si estos están húmedos en el vástago o sus zonas cercanas deberán sustituirse de inmediato.
- Se debe observar cuidadosamente que los elementos elásticos no posean grietas o fisuras y que estén alineados en su posición ideal.
- Revisar todas las juntas flexibles o bocines de caucho de los elementos como ballestas, amortiguadores, mesas; si estos se encuentran desgastados producirán vibraciones y ruidos.

Después de realizar este tipo de inspección si se encuentra algún defecto se debe sustituir o arreglar la pieza afectada de inmediato. Si visualmente no se encuentra ningún daño el siguiente paso a llevarse a cabo una prueba de ruta donde se pueda evidenciar el comportamiento del vehicular y cualquier ruido o vibración. En el caso de que se presente cualquiera de estas anomalías se deberá detectar en que zona del vehículo se hace más evidente para empezar una inspección en el taller. 40

La razón por la que los amortiguadores son los que generalmente son los únicos que se cambian, es porque resulta fácil evidenciar su mal funcionamiento ya sea por inspección visual o por prueba de ruta. En esta última se siente que el vehículo se mueve mucho cuando curva o cuando pasa por alguna irregularidad se queda “rebotando” por demasiado tiempo, comúnmente se compara este movimiento con el de una lancha en el mar. Una manera segura de comprobar esto es utilizar un banco de pruebas que se encuentran generalmente en proveedores de amortiguadores o en centros de revisión técnica y esta prueba constituiría la última y más segura evidencia de necesidad de reemplazo de los amortiguadores de un vehículo. Según la norma vigente del Distrito Metropolitano de Quito este informe deberá marcar que la eficiencia de los amortiguadores debe estar sobre el 60%.

En cuanto a las otras fallas que se puedan presentar en componentes de los elementos del sistema la recomendación va a ser siempre el reemplazo por equipo original u homologado apenas se detecte alguna avería. Para esto es necesario casi siempre una intervención en el taller ya que se requiere el uso de herramientas especiales para desmontar los elementos del sistema.

Además, otra recomendación importante en el apartado de mantenimiento es que se cambie siempre todos los componentes en juegos completos o al menos los que se encuentren en el mismo eje, por ejemplo, si se encuentra avería en el amortiguador de la rueda delantera derecha, será siempre recomendable reemplazar también el amortiguador del lado izquierdo; esto es importante por mantener el equilibrio del sistema en el eje correspondiente.

Finalmente se debe hablar sobre el reemplazo de piezas y componentes por otros no homologados por el fabricante, o realizar modificaciones al sistema. Existe la costumbre de cambiar los componentes de los sistemas de los vehículos con la intención de mejorar el comportamiento de los mismos, sin embargo, esto se debe realizar siempre después de un proceso de análisis del resultado, tomando en cuenta como las piezas que se van a reemplazar repercutirán en el comportamiento del sistema, en sistemas paralelos y en general en el vehículo.

#### 4. Capítulo IV. Importancia del sistema de suspensión en los vehículos.

Una vez analizados los gráficos de la simulación dinámica y las animaciones de los posibles escenarios de configuración de un sistema de suspensión, se puede demostrar la importancia de cualquier sistema de suspensión en los vehículos comerciales. Una correcta configuración de los elementos llevara al vehículo a un equilibrio perfecto entre confort y seguridad. Sin embargo, ya que existen tantos sistemas de suspensión y aún más modelos de vehículos en el mundo como usuarios con sus respectivas necesidades, esta configuración adecuada dependerá del criterio del usuario y del técnico que recomiende la misma en base a un análisis profundo de que, para que, donde, cuanto y cuando se va utilizar el vehículo. Así, los factores principales en los que interviene el sistema de suspensión se detallan a continuación.

## 4.1. Confort

La función más conocida del Sistema de suspensión de los vehículos será siempre brindar el mayor confort al pasajero, esto se logra mediante la relación entre masa suspendida y masa no suspendida en la que el mismo sistema divide el total de la masa del vehículo. La masa suspendida que está constituida por todo lo que está sobre los elementos elásticos del sistema y fija al chasis o carrocería como por ejemplo el motor, tanque de gasolina e interiores, en cambio la masa no suspendida la constituyen las mismas ruedas, frenos, ejes y parte del tren motriz. (Alberdi).

Al mantener esta masa suspendida y rodar sobre una superficie irregular la idea es que los elementos debajo de la masa suspendida sean los que se muevan y transmitan este movimiento para que los elementos elásticos de la suspensión los absorban y en conjunto con los elementos de amortiguación puedan casi desaparecerlos. Esto hará que la masa suspendida se mantenga lo más estática posible o se mueva menos siempre hablando en sentido vertical, es decir, de arriba abajo. Este es el principio que otorgará confort a los ocupantes del vehículo y está basado en una relación física entre la frecuencia y la amplitud del movimiento

(Figura 40). Las cuales son las que el sistema de suspensión debe equalizar o eliminar para que no se transmitan vibraciones.

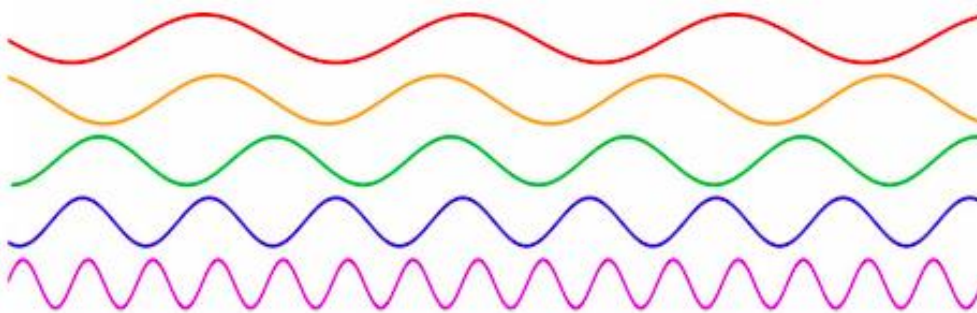


Figura 40. Diferentes frecuencias de onda de movimientos.

Fuente: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Figura 40. Diferentes frecuencias de onda de movimientos.

Fuente: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Entonces el diseño de se realiza tomando en cuenta un equilibrio entre confort necesario para los ocupantes que sería una suspensión blanda, y un control óptimo del vehículo atenuando o impidiendo los movimientos de la masa suspendida con respecto al suelo, de manera que esta se mantenga lo más horizontal posible durante la marcha que será una suspensión rígida. (Chacon, 2010)

#### 4.2. Seguridad

Dentro de las principales funciones de la suspensión esta brindar seguridad al vehículo, teniendo en cuenta como ya se ha mencionado que la mayoría de masa del automotor se encuentra suspendida por el sistema de suspensión, esta masa se transforma en un elemento de esfuerzos dinámicos ya que está en constante movimiento y es afectada, además de por la fuerza de gravedad, por fuerzas como la centrífuga y centrípeta por ejemplo en las curvas.

Específicamente en este apartado, cuando llevamos al vehículo por una curva además del sistema de dirección, el comportamiento del vehículo está directamente relacionado con el reglaje de la suspensión, es decir, que tan duros o blandos sean sus elementos y la relación entre estos mismos cambiarán de manera significativa el comportamiento del vehículo al transitar por una curva, produciendo los fenómenos de sobre o sub viraje según sea el caso, como se muestra en la figura.

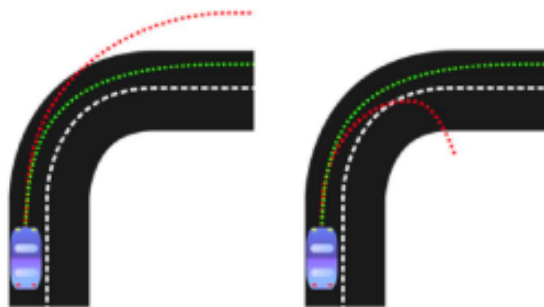


Figura 41. Comportamiento de un vehículo en curva, a la izquierda sub-viraje a la derecha sobre-viraje.

Fuente: Javier Arranz.



Figura 41. Comportamiento de un vehículo en curva, a la izquierda sub-viraje a la derecha sobre-viraje.

Fuente: Javier Arranz.

Se dice que el vehículo ha sufrido el fenómeno de sobre-viraje cuando las ruedas traseras no siguen la trayectoria de las ruedas delanteras, sino que patinan hacia fuera de la curva, provocando que el frente del vehículo vire más de lo deseado y termine realizando lo que se conoce popularmente como un trompo, como se indica en la Figura 41.

Por otro lado, el sub-viraje es el fenómeno contrario donde las ruedas delanteras no siguen la trayectoria de la curva o se rechaza a tomar la curva y tienden a llevar al vehículo hacia afuera de la misma, provocando que pierda o que se salga de la calzada o invada el carril de circulación contraria.

Ambos efectos son los más comunes en la pérdida de control del vehículo y están sumamente relacionados al comportamiento de la suspensión del vehículo, ya que de esto depende mucho la tracción que se pueda generar entre las ruedas y el piso. Si la suspensión es demasiado blanda suele presentarse más usualmente el sobre-viraje ya que en el frenado antes de la curva la masa suspendida se traslada hacia la parte delantera del automóvil haciendo que pierdan tracción las ruedas traseras y dándoles demasiada tracción a las delanteras. Por el contrario, con una suspensión demasiado dura esta misma masa suspendida no es capaz de trasladarse lo suficiente para darle tracción a las ruedas delanteras que son las direccionales y el vehículo simplemente no tomara la curva.

Sin embargo, en la actualidad la mayoría de fabricantes programan sus vehículos para que tengan algo de sobre o de sub-viraje, y con la principalmente de sistemas como el Control Electrónico de Estabilidad (ESC por sus siglas en inglés), el Sistema Anti Bloqueo de Frenos (ABS por sus siglas en inglés) controlan el comportamiento del vehículo. Además, con la incorporación de suspensiones controladas electrónicamente pasivas o activas la seguridad que se otorga a los ocupantes de los vehículos equipados con este tipo de sistemas que son cada vez

más comunes en nuestro mercado hacen que el sistema de suspensión se convierta en un pilar fundamental para la seguridad del vehículo y sus ocupantes.

En otro apartado de seguridad que tiene gran importancia el comportamiento de la suspensión del vehículo es en la eficiencia de frenado, esto se da de igual manera por como se comporta la relación de la masa suspendida con la no suspendida y como estas distribuyen los pesos sobre los ejes del vehículo tomando en cuenta que los fabricantes ya balancean la capacidad de frenado de los vehículos en la mayoría de casos utilizando elementos más eficientes o de mayor dimensión en la parte delantera que en la trasera .

Una suspensión demasiado blanda en una maniobra de frenado sobrecarga los frenos del eje delantero lo que puede ocasionar un sobrecalentamiento de los mismos o pérdidas de control, por el contrario, una suspensión demasiado rígida no deja que se desplacen las masas del vehículo lo que ocasionaría que se pierda la tracción del vehículo si tomamos en cuenta que en este caso parte fundamental del sistema de frenado son las mismas llantas que están montadas en las ruedas, si no reciben el peso necesario por más que tengan aun labrado suficiente perderán adherencia.



Figura 42. Comportamiento en el Frenado.

Fuente realización propia.

Figura 42. Comportamiento en el Frenado.

Fuente realización propia.

En ambos casos se ha tocado el sistema de suspensión, pero solo tomando en cuenta el movimiento longitudinal, es decir, de adelante hacia atrás de las masas sin embargo, como se mencionó anteriormente el comportamiento de estas masas es dinámico y en la mayoría de casos también intervendrá el traslado de estas masas en sentido transversal o de lado a lado del vehículo sobre todo mientras circula por curvas.

En este traslado también tiene mucho que ver el sistema de suspensión, ofreciendo mayor estabilidad y por lo tanto seguridad a los ocupantes, de igual manera que en los casos anteriores, se debe tomar en cuenta la rigidez del sistema, en un automóvil con suspensión blanda el movimiento lateral será mayor, no obstante tenemos que tomar en cuenta que éste es también necesario este movimiento pues otorgará tracción a la llanta pero si llega a superar cierto grado de inclinación relacionado con el centro de gravedad del vehículo, las ruedas del lado contrario se despegarán del piso perdiendo tracción o incluso puede producir un volcamiento, a esta característica se la llama comúnmente inestabilidad.

Por el lado contrario si el vehículo cuenta con una configuración de la suspensión demasiado rígida, este movimiento no será perceptible visualmente, sin embargo, se tratará de una energía potencial acumulada que al ser descargada también puede producir volcamiento o pérdida de tracción. En ambos casos hablamos solo sobre el comportamiento en una curva, pero estos mismos comportamientos se verán multiplicados en un camino sinuoso con varias curvas en sentidos contrarios, entonces será el sistema de suspensión el elemento más importante para la seguridad del vehículo y sus ocupantes.

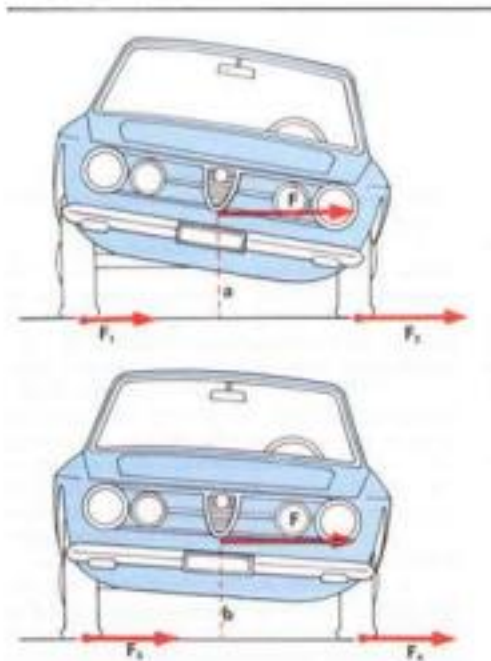


Figura 43. Comportamiento lateral de la masa del vehículo.

Fuente: [www.motorgiga.com](http://www.motorgiga.com)

Figura 43. Comportamiento lateral de la masa del vehículo.

Fuente: [www.motorgiga.com](http://www.motorgiga.com)

74

En todos los casos anteriores se debe tomar en cuenta que los elementos de amortiguación del sistema son también parte primordial del comportamiento pues evitan que los traslados de masas de los que se ha venido hablando sean menos bruscos o violentos. Y al contrario de lo que normalmente se piensa no son los responsables de hacer una suspensión blanda o dura sino más bien controlan la velocidad de reacción de la misma frente a estos traslados de fuerza.

# AMORTIGUADORES: QUÉ SON Y QUÉ TIPOS HAY

Los amortiguadores son uno de los elementos básicos de la suspensión tanto de los [vehículos](#) como de las [camionetas](#). Estos cumplen un rol fundamental en la estabilidad del vehículo, pues permiten un frenado seguro, un mejor control del auto, el contacto de las llantas con la calzada, y más que todo, el confort de los pasajeros.

El [sistema de suspensión del auto](#) es el encargado de absorber las irregularidades del terreno por el que se circula. Para ello, los resortes y los amortiguadores tienen un rol importante; el primero para absorber los impactos del terreno, y el segundo para disminuir rápidamente el movimiento del resorte para garantizar el control del coche.

## Tipos de amortiguadores

Según el portal [consumer.es](#), estos son algunos de los tipos de amortiguadores que hay:

**Hidráulicos:** Son aquellos que constan de un pistón insertado en un cilindro en el que hay aceite. Son sencillos, no requieren de mantenimiento y su capacidad para ejercer mayor amortiguación depende de cuán mayor sea la presión.

**Hidráulicos con válvulas:** A diferencia de los anteriores que constan de agujeros para que pase el aceite, aquí el pistón tiene una serie de válvulas que permiten el paso del aceite bajo una determinada presión.

**De doble tubo:** Muy utilizados actualmente, este tipo de amortiguadores se dividen en presurizados (aceite) y no presurizados (aceite y gas). Aquí el pistón y el cilindro están dentro de una cámara mayor. El aceite fluye por el cilindro a través del pistón y también a la segunda cámara a través de una válvula situada entre ambas.

**Monotubo:** Tienen dos cámaras, una con aceite y otra con gas, y entre ellas hay un pistón flotante. El volumen de la cámara es variable.

**Reológico:** En este caso, el aceite tiene partículas metálicas. Cuando se aplica una corriente magnética, el fluido se hace más espeso y endurece la suspensión.

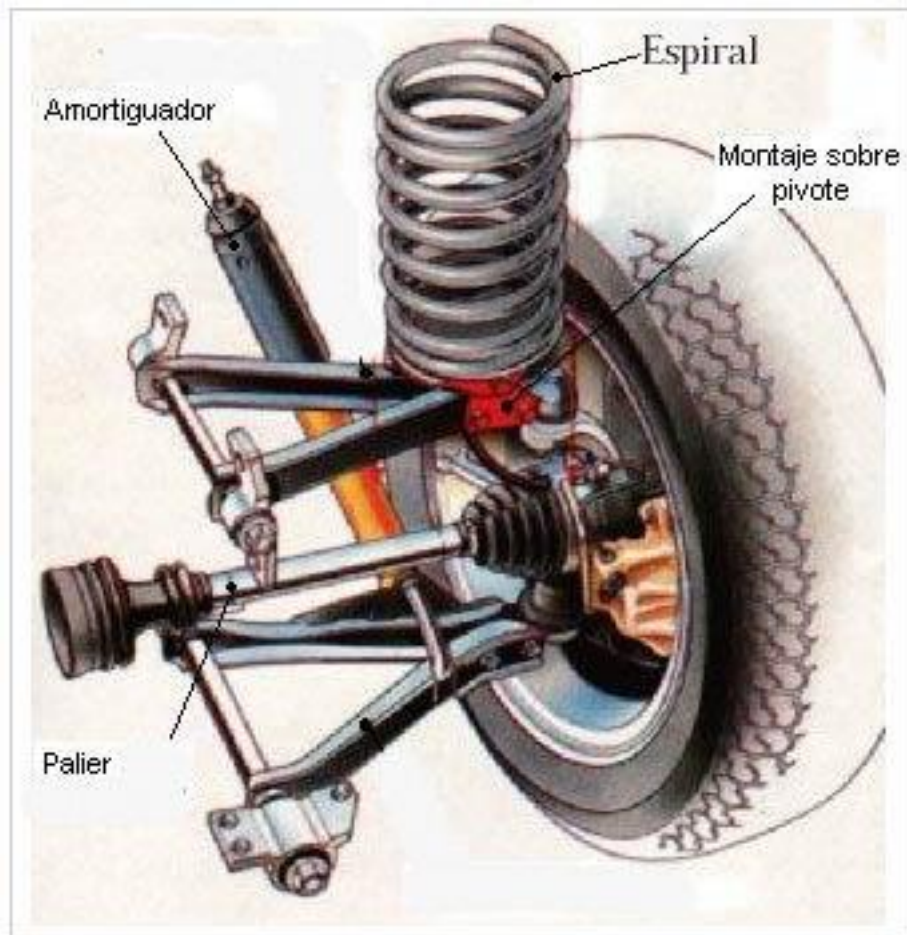


## ¿CUÁNDO DEBO CAMBIAR LOS AMORTIGUADORES?

Dado que los amortiguadores no son accesibles, porque se encuentran encapsuladas bajo la carrocería, es difícil comprobar su estado por un usuario. La mejor manera de saber el estado de nuestros amortiguadores es mediante el comportamiento del coche. **Si notamos un desgaste de las ruedas anormal, que el coche a veces da pequeños saltos, existen fugas de aceite en la zona o el vehículo pierde estabilidad y adherencia, entonces estamos antes unos desgastados y es necesario cambiar los amortiguadores del coche.**

**Es recomendable comprobarlos a los 50.000 kilómetros y después cada 20.000 kilómetros.** En caso de notar que los amortiguadores necesitan ser renovados, acude a un taller mecánico para que un profesional realice la revisión y posible sustitución de los amortiguadores.

## Para qué sirven los amortiguadores?



El sistema de suspensión, de un vehículo, se encarga de controlar el comportamiento de las ruedas en contacto con la superficie por donde se desplaza. Del sistema, una de las partes más importante, son los amortiguadores: proporcionan seguridad, estabilidad y confort durante la conducción, ¿como? tratando de anular todas las oscilaciones de las desperfecciones del piso.

La función mas importante de los amortiguadores es mantener las ruedas siempre en contacto con el piso de tal manera que se aumente la adherencia a este y se asegure una mayor maniobrabilidad, un completo control de la dirección, una menor distancia y mejor respuesta de las operaciones de frenado.

Cuando las ruedas de un auto no tocan el piso se producen comportamientos indeseables y peligrosos del vehículo.

Un amortiguador rígido reduce el confort pero aumenta la estabilidad y control del coche, por el contrario, uno blando mejora el confort pero reduce la estabilidad y el control.

El ideal es un equilibrio y solo por el caso específico y la necesidad, durezas especiales. Por ejemplo: si uno participa de pruebas en un autódromo, se supone que se necesitan bien duros para mantener la estabilidad y control.



Con el uso se van desgastando y pierden sus prestaciones iniciales aumentando la inseguridad en la conducción.  
Cuando esto ocurre la conducción se torna insegura.



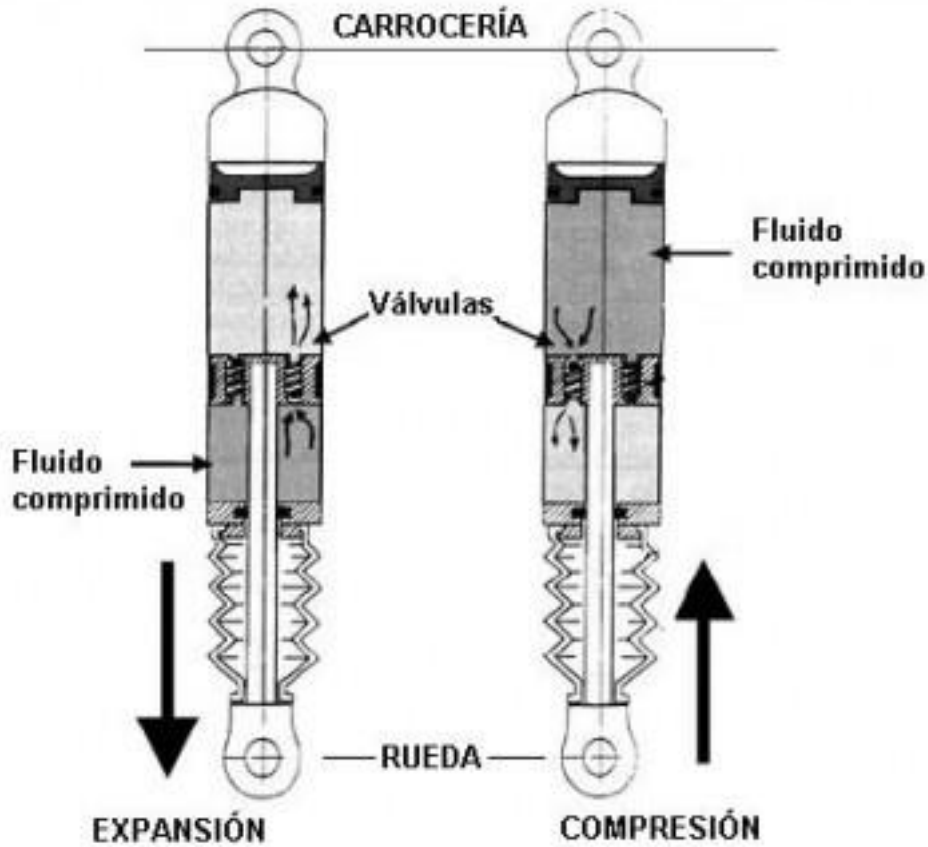
La vida media útil de los neumáticos está entre los 60.000 y los 80.000 kilómetros, aunque este número de kilómetros depende de la forma de manejo, del estado del vehículo y de los neumáticos, de la calidad y características de los amortiguadores, de la carga a la que se somete el vehículo y de las características de los pisos por donde se se han hecho esos kilómetros, entre otros factores.

En todo caso, es aconsejable revisar siempre los amortiguadores cada 20.000 kilómetros o al menos una vez al año si no se alcanza esa cifra de kilometraje por año. Salvo algunas excepciones, los amortiguadores no pueden ser reparados y la única solución cuando han perdido sus prestaciones es la sustitución.

**El mayor problema con el que nos encontramos es que este desgaste es difícilmente observable, y según diversos estudios, el conductor se va habituando de forma inconsciente a las nuevas malas condiciones de los amortiguadores por lo que prácticamente nunca detecta este desgaste.**

Lo más aconsejable es acudir a un taller especializado a realizar las revisiones, pero existen algunos trucos e indicadores que pueden ayudarnos a hacernos una idea orientativa del grado de desgaste de los amortiguadores.





Veamos:

### 1. Supongamos que cada punta de tu auto es un resorte.

Entonces intentemos comprimirlo: o sea, nos apoyamos en un extremo y hacemos fuerza para abajo, dejamos de ejercer presión: Si vemos que esa punta del auto: sube y baja varias veces, entonces estamos muy posiblemente ante amortiguadores que hay que cambiar.

**Como debería funcionar?:** Dejas de hacer presión y el auto vuelve a su altura normal, casi sin oscilar. **NO rebota.**

### 2. Vas manejando y

– Pasas por un bache ( 1º maldecís a las autoridades de tu ciudad) y/o vas pasando por una curva y/o tenes viento fuerte de frente (o de costado) y **el auto se balancea como un barco**

– Sentís una excesiva **vibración del volante y ruidos al rodar**

– Comprobas que el auto **frena de forma irregular**

### 3. Observas que:

– Hay un desgaste irregular de los neumáticos

– El amortiguador tiene manchas de líquido (aceite)

Comprobar esto es complicado, no se ve fácilmente, por la ubicación del amortiguador este tipo de pérdidas.

### Consecuencias previsibles de amortiguadores en mal estado

- Incremento de la distancia de frenado.
- La frenada se vuelve inestable.
- Si pierde adherencia en las curvas y aparece una mayor la inestabilidad en la dirección.
- Pérdida de eficacia en sistemas como el ABS, ESP, etc.
- Desgaste irregular y prematura de los neumáticos, deterioro de la dirección y de la suspensión de vehículo.
- Pérdida de confort del conductor y de los pasajeros, y esto se traduce en viajes mas cansadores.
- En caso de lluvia el riesgo de «aquaplaning» aparece a una menor velocidad y la probabilidad de derrapar aumenta considerablemente.
- Las oscilaciones provocan que la carrocería se balance, y en la conducción nocturna, también lo hará la luz que emiten nuestros faros reduciéndose nuestra visibilidad y pudiendo deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario.

Todo lo expuesto se agrava en situaciones extremas; giros bruscos de dirección para evitar obstáculos, lluvia copiosa, nieve, barro, al arrastrar remolques o caravanas, frenadas de emergencia, etc.



# Tipos de amortiguadores

Por: [Redacción AutoBild](#) 02 Dic 2019

Conoce los tipos de amortiguadores que existen. Junto con los neumáticos, los amortiguadores son los elementos más importantes para que tu vehículo siempre esté bien pegado al piso de forma segura.

**Conoce los tipos de amortiguadores que existen.** Junto con los neumáticos, los amortiguadores son los elementos más importantes para que tu vehículo siempre esté bien pegado al piso de forma segura.

**Los amortiguadores son elementos del sistema de suspensión,** y rara vez nos preocupamos por verificar su funcionamiento, pero son de tal importancia que incluso pueden salvar tu vida.

En estas páginas te compartiremos qué tipo de amortiguador existe, su función básica y la forma más sencilla de verificar su funcionamiento.

La función de los amortiguadores es simple, pero de suma importancia

1. Soportan el peso del vehículo.
2. Absorbe las irregularidades del camino y proporciona diferentes grados de confort.
3. Son elementos clave para el control de la dirección, ayudando sobre todo en curvas.

4. Trabajar en conjunto con los neumáticos para ofrecer una buena adherencia, lo que también influye en la estabilidad y frenada.

5. Ofrecer la altura óptima del vehículo; cuando están destrozados, el coche estará más bajo de lo normal.

## Tipos de amortiguadores

### Tipos de amortiguadores

**Hidráulicos de doble tubo presurizados y no presurizados:** básicamente están formados por un cilindro donde hay un pistón con aceite. Sobre el pistón hay una serie de válvulas y orificios que permiten el paso del aceite de un lado a otro. Los presurizados, además, cuentan con un gas que ayuda a obtener mejor rendimiento y comodidad.

**Hidráulicos monotubo:** Se usan en vehículos súper deportivos y constan de dos cámaras principales: una contiene el aceite y la otra el gas (nitrógeno). Estas cámaras están separadas por un pistón que flota entre ellas.

Algunas marcas han desarrollado tecnología propia que mejora considerablemente el rendimiento, tal es el caso de los **amortiguadores adaptativos** que ofrecen diferentes grados de manejo, para lograr esta versatilidad utilizan unas electroválvulas que son controladas por la unidad de control electrónico. Si quieres un modo de conducción más cómodo, dejarán pasar más cantidad de aceite y si prefieres deportividad, menos.

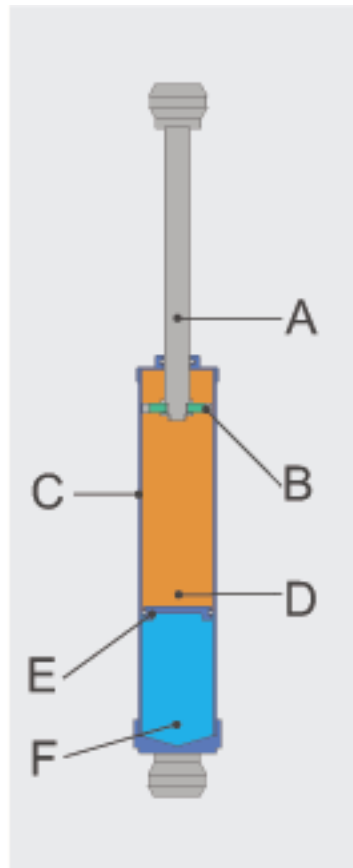
También existen los **tipos de amortiguadores magnéticos**, estos utilizan un fluido que contiene 40 % de partículas metálicas que, al magnetizarse, se modifica la viscosidad y la dureza del amortiguador.

## Tipos de amortiguadores

### ¿Cómo saber el estado de los amortiguadores?

En realidad, existe una prueba muy sencilla: lo único que tienes que hacer es apoyar tu peso en una de las esquinas de tu auto y este tiene que descender suavemente para que en el momento en el que lo sueltes regrese a su posición anterior sin brincoteos y tardanzas. Si no sube y baja hay que cambiarlos.

## Amortiguador (automóvil)



Amortiguador de gas. Los componentes son:

A - barra

B - pistón con junta de estanqueidad

C - cilindro

D - depósito de aceite

E - pistón flotante

F - cámara de aire

El amortiguador telescópico es un dispositivo construido con un eje cromado y dos tubos de acero (uno dentro del otro). El tubo exterior se denomina tubo de reserva (lleno de aceite). El interno, tubo de compresión. En un extremo, el eje de acero tiene el apoyo que se ancla al vehículo. En el otro extremo se monta un pistón, que siempre se desplaza a lo largo del tubo de compresión, el cual presiona o succiona aceite que fluye a través de válvulas instaladas en el tubo de compresión. Esta construcción genera dos fuerzas muy diferentes, extensión y compresión, cuyas funciones son:

- Adhesión del vehículo a la vía terrestre
- Aportación de seguridad en las curvas
- Evitar que navegue

- Obtención permanente de una marcha confortable

Los amortiguadores son componentes comunes de la suspensión de automóviles y de otros vehículos, como motocicletas, bicicletas, aviones (en este caso con diferente tecnología). La función del amortiguador es controlar los movimientos de la suspensión, los muelles y/o resortes. El movimiento de la suspensión genera energía cinética, que se convierte en energía térmica o calorífica. Esta energía se disipa a través del aceite.

### **Características de un amortiguador dañado**

---

1. Las ruedas:
  1. Se desgastan por secciones (como a mordiscos)
  2. Saltan durante la marcha
2. El vehículo da brincos descontrolados
3. Fuga de aceite en el amortiguador
4. Vehículo difícil de controlar en las curvas JF. Si al presionarlo se balancea más de una vez y media, probablemente requiere cambio
5. Pérdida de estabilidad
6. Mayor distancia de frenado
7. Falta de adherencia al asfalto húmedo (aquaplaning)
8. Pérdida de confort

### **Tipos de amortiguadores**

---

- Hidráulico. Es el más común
- De gas o con nitrógeno. Es el hidráulico adicionado con gas, lo cual produce más confort
- Neumático o con cámara adicional de aire. Se usa en vehículos blindados.

### **Amortiguadores**

Es la parte de la suspensión que controla los movimientos de la misma y garantiza que las llantas estén adheridas al camino acreciendo la estabilidad en las curvas, además del control y la seguridad en todo tipo de camino, especialmente al viajar a velocidades altas.

### **FUNCIONES DEL AMORTIGUADOR**

El amortiguador se fija directamente al chasis o a la carrocería por un extremo y al eje de la rueda por el otro.

El amortiguador tiene dos funciones principales:

#### **Fuerza de compresión**

Es la resistencia que el amortiguador opone al cerrarse y así ayuda a los resortes a

recibir los impactos que comprimen la suspensión evitando que la llanta se separe del piso.

### **Fuerza de tracción**

Controla la energía acumulada en el resorte de suspensión que fue comprimida y evita que se abra bruscamente reduciendo oscilaciones de la carrocería que son molestas y peligrosas.

La función del amortiguador es controlar esas oscilaciones, transformando en calor la energía que almacena el resorte. El principio del funcionamiento del amortiguador es sencillo: un pistón unido a la carrocería a través de un vástago de fijación se desliza en el interior de un cilindro unido a la rueda y lleno de un fluido (aceite o gas); y una serie de orificios calibrados en el pistón permiten el paso del aceite entre las dos partes en que queda dividido el cilindro, frenando así la oscilación de la carrocería.

### **CARACTERÍSTICAS**

- **Mayor Resistencia:** debido a un nuevo compuesto de la banda vulcanizada y al nuevo buje antifricción.
- **Mayor Confort:** por su sistema anti-impacto.
- **Eficiencia:** por el diseño del retén.

### **GARANTÍA**

Los amortiguadores **ACDelco** están garantizados contra cualquier defecto de fabricación de los materiales como: pérdida de fluido sin daño externo; pérdida total de valores de carga; bujes deteriorados o desplazados; deficiencias en soldaduras.

La cobertura será de **1 año ó 20.000 kms.**

### **HIDRÁULICO VS. GAS**

La semejanza entre el amortiguador hidráulico y el de gas es que tienen una construcción básica similar y cumplen con la misma función.

La diferencia entre estos dos es la siguiente: los amortiguadores de gas tienen nitrógeno inyectado a presión en la cápsula hidráulica. La función primordial de los amortiguadores de gas es evitar que el aceite emulsione con burbujas de aire, logrando un permanente y completo llenado de la cámara o cilindro de trabajo. Los beneficios que brindan son: mayor capacidad y eficacia en condiciones rudas de trabajo; eliminar ruidos; ejercer mayor presión sobre la suspensión, asegurando aún más el contacto de las llantas con el piso.





## **HIDRÁULICO VS. GAS**

Los amortiguadores de suspensión son parte fundamental en la estabilidad de un automóvil. Gracias al amortiguador se puede manejar con seguridad, control y confort en los caminos más accidentados. El funcionamiento del amortiguador se basa en la circulación de aceite a través de dos válvulas localizadas en el pistón (2) y en extremo inferior del tubo cilindro (6); las mismas que con su resistencia al paso del aceite generan las fuerzas de tracción y compresión mediante las cuales el amortiguador controla las vibraciones de la suspensión. Cuando el amortiguador es comprimido, la flecha que se introduce en el cilindro de trabajo (1) desaloja aceite por la válvula de compresión (6), generando la fuerza que ayuda al resorte de suspensión a recibir impactos.

## INSPECCIÓN DE AMORTIGUADORES



- ✓ Tome nota del kilometraje del vehículo.
- ✓ Revise la presión de los neumáticos.
- ✓ Prueba física al conducir.
- ✓ Supervise el alzado del vehículo.
- ✓ Verifique el sistema de montaje de los amortiguadores.
- ✓ Revise y busque muestras de fugas, abolladuras o picaduras en los tubos.
- ✓ Examine los topes de compresión en vehículos equipados con amortiguadores y con struts, los topes del rebote y las polveras.
- ✓ Verifique el montaje del strut superior para ver si tiene obstrucciones o elementos de hule agrietados.
- ✓ Examine los cuatro neumáticos para ver si tienen desgaste desmedido.
- ✓ Pruebe los demás componentes de la suspensión.

### Amortiguadores de Aceite o con Gas

#### Edición No. 27

¿Cuál es la diferencia entre un amortiguador hidráulico y uno con gas?, ¿Cuál es mejor? ¿Por qué existen los dos? Algunos contestarán que “el usar amortiguadores con gas hará que tengamos una conducción más dura”, que “los amortiguadores con gas no se utilizan en vehículos con carga”, que “el amortiguador explotará por el gas”.

...

Ninguna de estas aseveraciones es cierta, para entender esto empecemos conociendo el por qué se desarrollaron los amortiguadores con gas.

El desarrollo de amortiguadores cargados con gas, ha significado un gran avance en la tecnología Control de Conducción. El avance fue para solucionar problemas de Control

de Conducción, que se produjeron debido a un creciente número diseños de vehículos que utilizan la construcción monocasco, distancia más corta entre ejes y mayor presión de los neumáticos. En el pasado, el confort en la conducción o el control del vehículo tenían un límite, establecido por el diseño de la hidráulica convencional. Un amortiguador hidráulico puede proporcionar, ya sea un viaje más cómodo o mayor control del vehículo, pero no el óptimo de ambos al mismo tiempo en la misma unidad.

Los amortiguadores reducen el movimiento excesivo del vehículo a través del movimiento controlado del aceite bajo presión. El aceite proporciona la resistencia al movimiento y las válvulas de control la cantidad de la resistencia. Antes del desarrollo de los amortiguadores cargados con gas, los orificios de la válvula no podían ser agrandados para aumentar el confort de la conducción sin perder la eficacia de amortiguación. Así las válvulas estaban limitadas a una de dos direcciones: válvulas blandas o duras. Con válvulas suaves, el aceite fluye con más facilidad. El resultado es una conducción suave, pero con un manejo pobre – y un montón de barridos y rebotes – Cuando las válvulas son duras, el aceite fluye con menos facilidad. El manejo es mejorado, pero el viaje puede llegar a ser áspero.

En el pasado, los ingenieros de diseño tenían que elegir entre válvulas blandas y válvulas duras. Y, ya sea la comodidad o el control se veían desmejoradas. Además, el aceite en el interior del amortiguador podría mezclarse con el aire, convirtiéndose en espuma. Los ingenieros le llamaron a esto aireación. Debido a que la espuma se comprime, la cantidad de resistencia proporcionada por el líquido era difícil de predecir.

Básicamente, la diferencia es que un amortiguador con gas, es un amortiguador hidráulico al que se le inyecta una cierta cantidad de gas nitrógeno a baja presión; bajo el mismo diseño, las demás características físicas de ambos amortiguadores son casi las mismas, es decir, tendrán el mismo tamaño, esto implica, diámetro, largo, así mismo tendrán el mismo pistón, pero permitirá tener válvulas con orificios más grandes para confort y a la vez orificios más pequeños para control de la conducción, esto permite un mejor control del rebote y compresión. El gas nitrógeno de baja presión sirve para evitar el problema de aireación, es decir, presencia de burbujas en el funcionamiento del amortiguador. Un amortiguador hidráulico durante su funcionamiento genera burbujas que al pasar por los agujeros del pistón (donde se hace el proceso de amortiguamiento), reduce su capacidad de amortiguación, provocando golpes y ruidos dentro del amortiguador, el gas lo que hace, es separar el aire del aceite y evitar la formación de burbujas. Esto permite obtener un mejor rendimiento, mayor confort y seguridad en la conducción en la misma unidad, que un amortiguador sin gas.

Pero ¿por qué es que el amortiguador de gas se “siente” más duro que un amortiguador hidráulico? La respuesta es sencilla, el amortiguador cargado con gas presiona al aceite de tal forma que éste tiende a moverse mucho más rápido, dando una respuesta más rápida a los cambios del terreno, es por eso que se “siente” más duro. También tenemos que observar que el gas es nitrógeno, no gas propano. El gas nitrógeno es un gas frío, esto hace que además de no ser inflamable, mantiene el amortiguador más frío que un amortiguador hidráulico, al mantenerse más frío se reduce la degradación del aceite por efecto de calor, haciendo del amortiguador con gas un amortiguador más duradero.

## Diferencias entre amortiguadores de gas y aceite

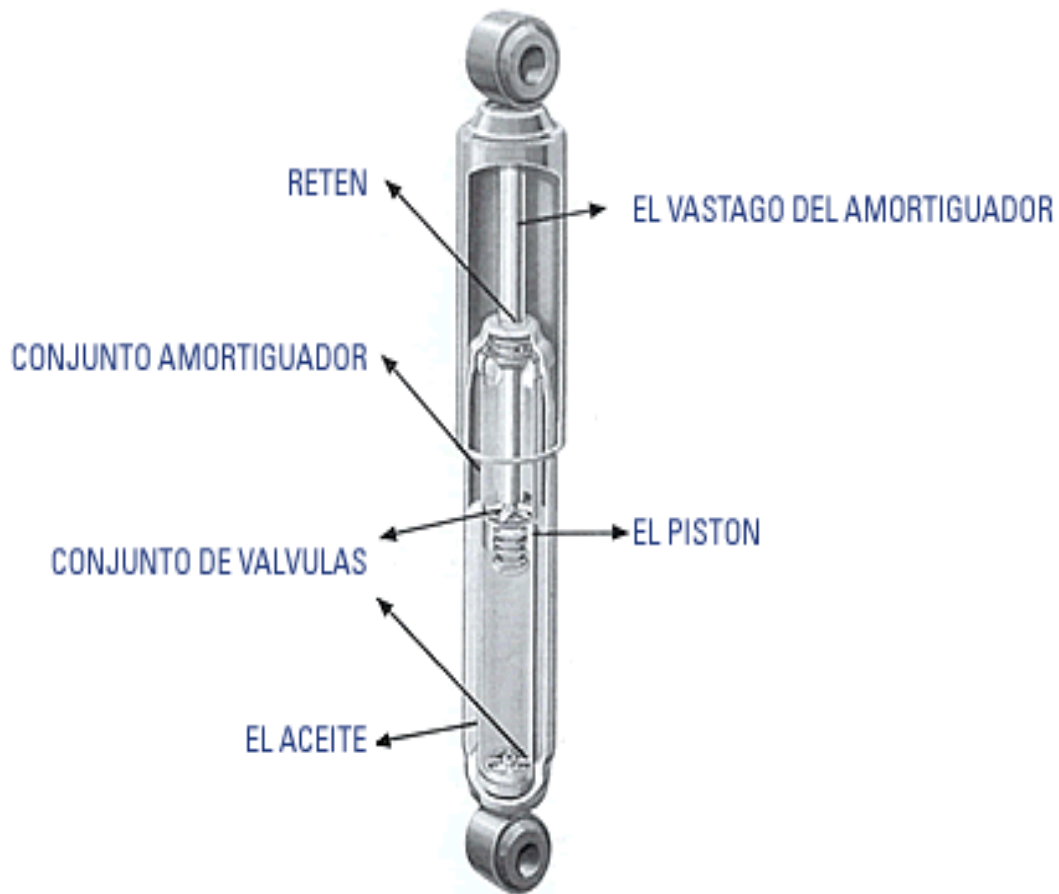
Los **amortiguadores** tienen como función principal absorber las imperfecciones del camino con un movimiento vertical, haciendo que las llantas se mantengan consolidadas en el suelo con el respaldo de los resortes, barras de torsión o muelles.



Por consiguiente, *un amortiguador absorbe toda la energía cambiante que se deposita en el muelle de suspensión*, tras soportar un impacto generado por la compresión del mismo, *luego lo transforma en calor*, el cual es absorbido por el fluido hidráulico del amortiguador. Este proceso genera un incremento del fluido, que al llegar a tal magnitud llega a un punto de ebullición y produce el fenómeno de cavitación, por lo que emergen partículas de aire alrededor del pistón y yacen puntos muertos en las válvulas entorpeciendo significativamente su eficiencia. Dependiendo del fluido que se encargue de la mitigación del movimiento podemos encontrar dos tipos de amortiguadores: Diferencias entre amortiguadores de gas y aceite.

## Amortiguadores a gas

Los amortiguadores a gas tienden a mitigar este defecto, lo que denota que no lo erradica completamente, debido a que las partículas de aire aún se mantienen en la cámara de gas de compensación. Además, estos amortiguadores de gas conservan el coche más estable y, permiten que el caucho tenga más agarre a la hora de atravesar fuertes curvas a velocidades muy elevadas.



Incluso, los **amortiguadores** de gas también son de aceite, pero en vez de contener solamente aire en las cámaras, disponen de gas nitrógeno, de esta forma torna más eficiente el regreso del fluido a las cámaras estimulando de manera más rápida el contacto entre los neumáticos con el piso, luego de un rebote y evita que se generen burbujas, produciendo una mejor respuesta en trabajo duro.

Una de las ventajas de estos **amortiguadores** es que optimizan la adherencia de los neumáticos al pavimento. Pero poseen sus desventajas, ya que convierten la suspensión un poco más rigurosa, por lo que al momento de pasar por un hueco el impacto se percibe formidablemente.

## Amortiguadores hidráulicos o de aceite

Los **amortiguadores hidráulicos o de aceite** operan especialmente con sustancias lubricantes, en efecto, como su palabra lo indica, con aceite. Además, se caracterizan por contar con dos cámaras que poseen aire solo, donde va entrado el aceite a través de unas válvulas reguladoras y de acuerdo al movimiento del vástago, el aceite pasa de una cámara a otra.



La ventaja de este tipo de **amortiguadores** es que no son más rígidos, y al momento de caer en un hueco, éstos absorben el impacto haciendo casi imperceptible el golpe. Sin embargo, no son tan eficientes al momento de circular por curvas tan pronunciadas porque producen burbujas, de manera que ocasiona que el vehículo se tambalee perdiendo estabilidad.

## ¿Cómo funcionan los resortes y amortiguadores de un auto?

El **sistema de suspensión** afecta tanto al control del auto por parte del conductor como el confort de los ocupantes. Los resortes permiten que las ruedas se muevan hacia arriba para absorber las sacudidas producidas por baches en la ruta, mientras que los amortiguadores evitan saltos hacia arriba y abajo. Varios enlaces mecánicos mantienen las ruedas en línea.

### **Tipos de resortes:**

#### Grillete pivot ante Ojo de fijación

##### **Hoja de ballesta**

La hoja de ballesta se fija al eje por medio de un tornillo en U, el cual sujeta el centro de la pila de láminas de acero. A medida que el resorte se desvía, sus hojas se aplanan y hacen un mayor contacto entre sí, endureciendo el resorte. A medida que la hoja se aplana, se alarga de manera que un extremo contará con un grillete pivotante.

La mayoría de los autos tienen resortes de acero y el más antiguo es la hoja de ballesta. La lámina superior y más larga, la hoja principal, está enroscada en forma de ojo en cada extremo desde donde se conecta al chasis. Las hojas inferiores son progresivamente más cortas y menos curvadas.

##### **Hojas de ballesta en acción**

A medida que el resorte se desvía, se nivela, haciendo que la segunda hoja toque a la hoja principal, luego la tercera toca a la segunda. De esta manera el resorte se vuelve progresivamente más rígido. Un resorte de este tipo proporciona una marcha más agradable que la de una hoja rígida simple.

En algunos autos el resorte de hojas múltiples es reemplazado por una hoja única especial, que se estrecha en la sección y cuenta con rigidez progresiva, ya que es desviada.

#### Resorte regulador Amortiguador

##### **Resorte regulador**

El resorte regulador está hecho de varillas de acero resistente. Se extiende a medida que la rueda se mueve hacia abajo y comprime cuando la rueda se mueve hacia arriba, por lo que la carrocería del auto permanece nivelada.

Un resorte helicoidal es simplemente una varilla espiral de acero resistente. Se estira o comprime por el movimiento vertical de las ruedas.

La barra de torsión es un resorte de acero con extremos acanalados o cuadrados. Un extremo acanalado se fija a un brazo que forma parte de la suspensión. La barra gira a medida que el brazo sube o baja.

#### Ajuste rígido al chasis Barra detorsión Palanca de suspensión

##### **Barra de torsión**

La barra de torsión es de resorte de acero con un extremo rígidamente ajustado a la estructura. La barra gira a medida que el otro extremo rota con movimientos de la palanca inferior de suspensión.

El otro extremo acanalado se fija al chasis. Las ranuras detienen el giro de la barra sobre sus sujeciones. En su lugar, la barra tiene que girar a medida que la suspensión se desvía.

En todos los tipos de resortes de acero, la presión que se crea en los choques viales se retiene por medio del desvío del resorte, en vez de pasar a los pasajeros. Ésta se libera gradualmente para restaurar el nivel de cómoda circulación.

Los resortes de goma pueden realizar la misma función aunque no retienen tanta cantidad de energía, por lo tanto se utilizan sólo en vehículos ligeros.

Una forma de suspensión hidráulica puede combinarse con resortes de goma para perfeccionar el sistema. El movimiento ascendente y descendente de la rueda bombea líquido de una recámara a otra a través de una válvula de amortiguación. Cada recámara tiene un diafragma flexible con gas comprimido al otro lado.

El gas se comprime y como líquido entra en la recámara a través de la válvula. En efecto, el gas actúa como un resorte neumático.

Por lo general hay un caño conector, a través del cual parte del líquido se bombea fuera de una recámara en la rueda delantera y se desplaza a la rueda trasera en el mismo lado, para igualar la suspensión.

La suspensión hidráulica Citroen puede ser bombeada hacia arriba y abajo para subir o bajar el auto a la altura deseada.

## **Amortiguadores**

### **Carrocería telescópica Pistón Cámara adicional para gas**

Algunos amortiguadores tienen una cámara adicional que contiene gas, para retardar aún más el movimiento del pistón.

### **Carrocería telescópica Válvula Pistón**

El amortiguador telescópico se acorta cuando las ruedas son exigidas por un bache. Como el pistón se mueve, el aceite pasa a través de éste y ralentiza su movimiento de retorno.

### **Topa justado al Amortiguador combinado y puntal de suspensión Pivot al chasis Fijación inferior a la taza**

Una unidad de amortiguador telescópico se incorpora en el puntal telescópico tubular del sistema de suspensión MacPherson.

Los resortes se desvían cuando el auto pasa por un bache y luego regresan a su posición. El auto seguirá rebotando hacia arriba y hacia abajo si la energía retenida en los resortes no se disipa de alguna manera.

Los amortiguadores realizan esta función. Un amortiguador tiene un pistón que se mueve dentro de un cilindro (relleno de aceite y sellado) con el movimiento hacia arriba y abajo de la rueda.



Hay pasajes estrechos de control y válvulas de una sóla vía en el pistón, que permiten que el aceite fluya a través de éste de una cámara a la otra (pero muy lentamente).

Esta acción ralentiza las oscilaciones del resorte y devuelve al auto a un nivel de cómoda circulación.

Hay tres tipos de amortiguadores. Los amortiguadores telescópicos se parecen y se acortan de la misma manera que los telescopios. Un extremo se atornilla al eje y el otro a la carrocería.

Los puntales insertos son similares aunque se encuentran diseñados para ajustarse dentro de una suspensión MacPherson (Vea [Renovando los puntales insertos MacPherson](#)).

Los amortiguadores de brazo se asemejan a cierrapuertas hidráulicos. El amortiguador, que cuenta con uno o dos pistones, se fija a la carrocería del auto o al chasis y una palanca giratoria se extiende desde éste hacia el eje.

Algunos autos tienen amortiguadores que contienen aceite y gas. Estos actúan con más eficiencia que los amortiguadores llenos de aceite.

Suspensión hidráulica

### **Suspensión hidráulica**

La suspensión hidráulica combina resortes de goma con un sistema de amortiguación, que une la rueda delantera y trasera al mismo lado del auto.

A medida que la rueda delantera se eleva sobre un bache, parte del líquido de su unidad de suspensión (conocida como unidad de desplazamiento) fluye a la unidad de la rueda trasera y la eleva, por lo que tiende a mantener el nivel de auto.

En cada una de las unidades de desplazamiento, el líquido pasa a través de una válvula de dos vías, que proporciona el efecto de amortiguación.

Una vez que la rueda trasera ha pasado por encima del bache, el líquido retorna a la unidad de desplazamiento delantera y el nivel original se restaura.

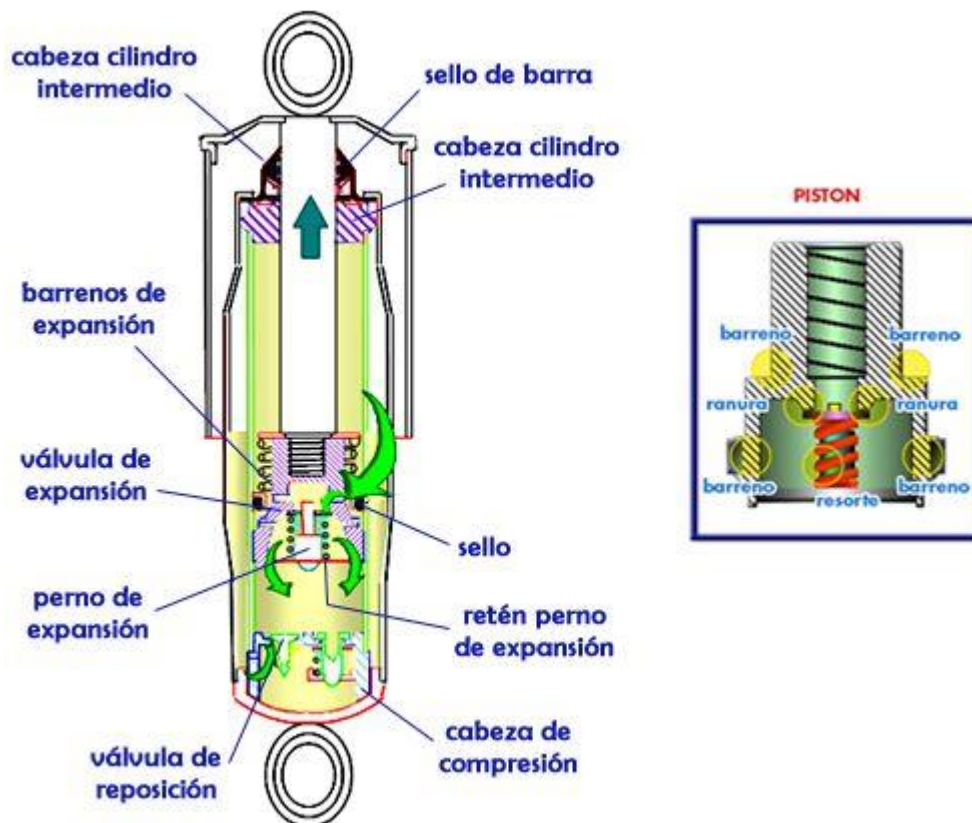
## FUNCIONAMIENTO DEL AMORTIGUADOR

El funcionamiento del amortiguador se basa en la circulación de aceite entre los dispositivos internos a través de un conjunto de válvulas que generan una resistencia al paso del mismo entre las cámaras del amortiguador. De esta forma se controlan las oscilaciones de la suspensión.

### *Expansión*

(el amortiguador se abre)

Para que el amortiguador se abra, el pistón necesita subir y esto solo se logra si el aceite que está arriba del pistón fluye a través de este. Para controlar el paso del aceite, están los barrenos ubicados en el cuello del pistón y las ranuras que se hacen (codificado) en el asiento de la válvula de expansión. Además de los barrenos y las ranuras, está también el resorte de expansión que mantiene la válvula bajo presión controlada. El actuar de estos tres elementos, proporciona la fuerza del amortiguador que se conocen como **resistencias hidráulicas**.

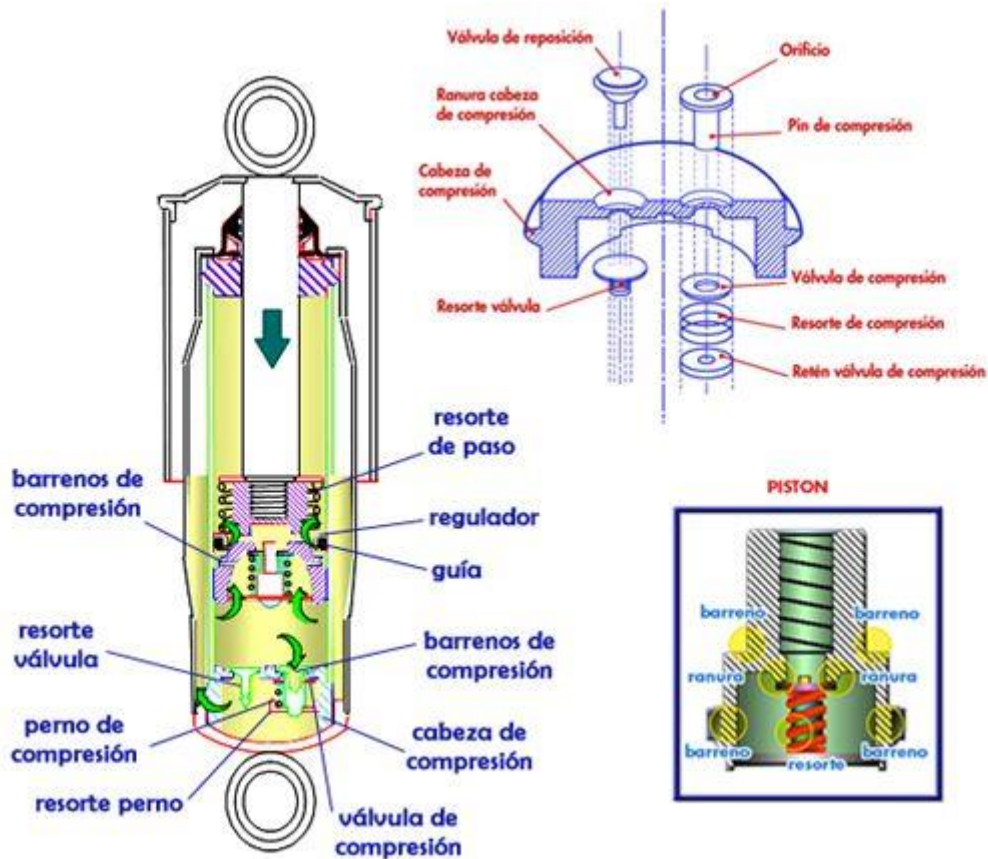


### *Compresión*

(el amortiguador se cierra)

Para que el amortiguador se cierre, el pistón necesita bajar y esto solo se logra si el aceite que está en la parte inferior del pistón fluye a través de este. Para controlar el paso del aceite, están los barrenos ubicados en el cuerpo del pistón y la ranuras que se hacen (codificado) en la cabeza de compresión donde se ubica la válvula de reposición. Además de los barrenos y las ranuras, está también el resorte de compresión ubicado en la cabeza de compresión que mantiene la válvula controlada.

Como en la expansión, el trabajo de estos elementos, genera las fuerzas del amortiguador que se conocen como resistencias hidráulicas.



## Amortiguadores de gas: ventajas e inconvenientes

### Ruta 401

Dentro de los amortiguadores de automóvil podemos encontrarnos con los hidráulicos o los de gas, aunque con una cierta paradoja: los de gas son en realidad también hidráulicos. La principal diferencia es el componente principal y el funcionamiento. En los de aceite funcionan exclusivamente hidráulicamente y en los de gas el componente principal es el gas nitrógeno que cambia las características del amortiguador. En este artículo, nos centraremos en los **amortiguadores de gas**: sus características y las ventajas e inconvenientes que tienen respecto a otros amortiguadores.



Los **amortiguadores** son elementos del vehículo encargados de absorber la energía y minimizar el movimiento del vehículo cuando se produce un desplazamiento en la masa de éste al circular por terrenos bacheados o irregulares. Estos amortiguadores ejercen de forma vertical la misma presión que sufren de la carrocería, evitando así las oscilaciones de ésta.

Son, por tanto, fundamentales para la seguridad y confort de los ocupantes del vehículo, ya que de ellos depende en gran medida su estabilidad y la resistencia a la vibración o los impactos. Se pueden encontrar **amortiguadores hidráulicos o de gas**, aunque en este caso nos vamos a centrar en estos últimos.

### **Ventajas e inconvenientes de los amortiguadores de gas**

Generalmente se suele distinguir entre amortiguadores hidráulicos o de gas. Los muelles absorben el impacto y lo transforman en calor, que luego pasa a calentar el fluido correspondiente, ya sea aire o nitrógeno, como en el caso de los amortiguadores de gas.

Ambas tipologías comparten los fundamentos de su funcionamiento. Sin embargo, el rendimiento de uno u otro presenta ciertas diferencias. Veamos primero cuáles son las principales **ventajas de los amortiguadores de gas**:

- Favorecen la conducción mejorando la **adherencia de los neumáticos al asfalto** y ofreciendo un paso mucho mejor por curvas cerradas, impidiendo que el vehículo se incline y ofreciendo el máximo agarre en las cuatro ruedas.
- **Minimizan la formación de burbujas**, aunque no eliminan completamente el riesgo de que el aceite llegue a su punto de ebullición. Esto permite que el amortiguador trabaje de forma más eficaz.

- **Mejoran la velocidad de retorno** al conducir por terrenos de constante superficie irregular. Esto significa que el fluido regresa a las cámaras más rápido y, por tanto, se corrijan con mayor rapidez las oscilaciones de la carrocería.
- Al ser amortiguadores más rígidos, permiten un **mayor control sobre la dirección y los frenos**.
- Son **más duraderos**, ya que funcionan con nitrógeno que trabaja a temperaturas más bajas y reduce la degradación del aceite a causa del calor.

Con respecto a sus **inconvenientes** destacar que, al ser amortiguadores **más duros y rígidos**, a los ocupantes del habitáculo les puede dar la sensación de sentir más los baches o irregularidades del terreno. La absorción del impacto es más seca que en los hidráulicos y se asemeja más a un golpe que a una oscilación o bamboleo (por explicarlo de la forma más sencilla posible).

En cualquier caso, el tipo de amortiguador empleado depende del vehículo y del uso que se le quiera dar, por ejemplo, si se quiere sacrificar el confort para apostar por la conducción deportiva, o viceversa. En cualquier caso, antes de proceder a sustituir o instalar uno de estos elementos, recomendamos consultar casi obligatoriamente el manual técnico del vehículo, para asegurarse de que es válido para ese modelo en concreto.

Principio de Pascal

#### **Principio de Pascal o ley de Pascal,**

Es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623–1662) que se resume en la frase:

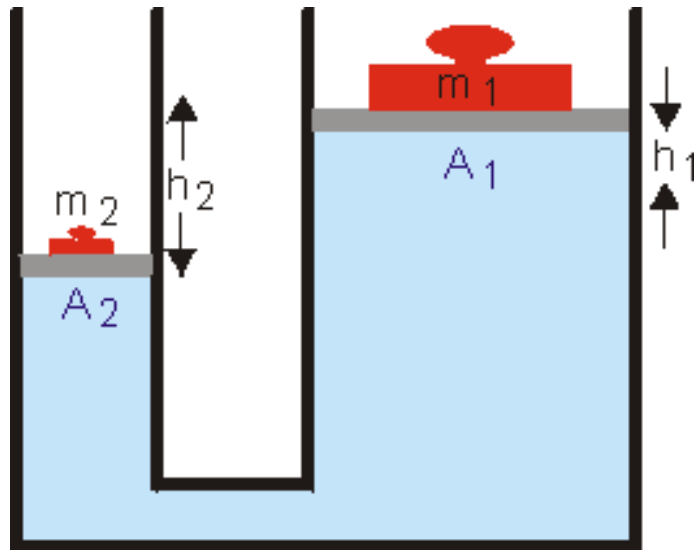
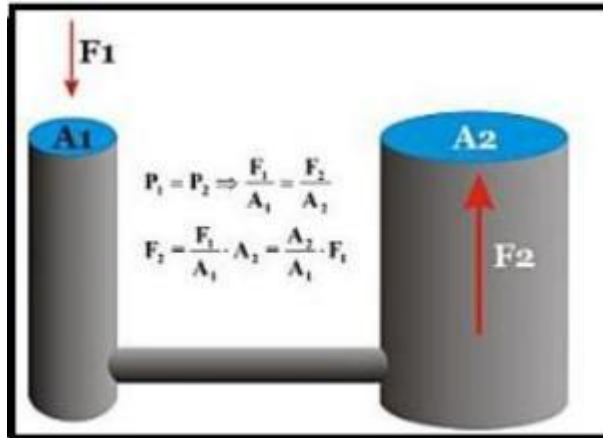
*La **presión** ejercida sobre un **fluido** poco compresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.*

El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca, perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma velocidad y por lo tanto con la misma presión.

La prensa hidráulica es una máquina compleja que permite amplificar las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas hidráulicas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos.

La prensa hidráulica constituye la aplicación fundamental del principio de Pascal y también un dispositivo que permite entender mejor su significado. Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser **agua o aceite**.

Dos **émbolos** de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. Cuando sobre el émbolo de menor sección  $A_1$  se ejerce una fuerza  $F_1$  la presión  $p_1$  que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma casi instantánea a todo el resto del líquido. Por el principio de Pascal esta presión será igual a la presión  $p_2$  que ejerce el fluido en la sección  $A_2$ , es decir:



## Presión

La presión es la magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie. Cuando sobre una superficie plana de área  $A$  se aplica una fuerza normal  $F$  de manera uniforme, la presión  $P$  viene dada de la siguiente forma:

$$p = \frac{F}{A}$$

En un caso general donde la fuerza puede tener cualquier dirección y no estar distribuida uniformemente en cada punto la presión se define como:

$$p = \frac{d\mathbf{F}_A}{dA} \cdot \mathbf{n}$$



Donde  $\mathbf{n}$  es un vector unitario y normal a la superficie en el punto donde se pretende medir la presión. La definición anterior puede escribirse también como:

$$p = \frac{d}{dA} \int_S \mathbf{f} \cdot \mathbf{n} dS$$

donde:

, es la fuerza por unidad de superficie.

, es el vector normal a la superficie.

, es el área total de la superficie  $S$ .

### Presión absoluta y relativa

En determinadas aplicaciones la presión se mide no como la presión absoluta sino como la presión por encima de la presión atmosférica, denominándose **presión relativa, presión normal, presión de gauge o presión manométrica**.

Consecuentemente, la presión absoluta es la presión atmosférica ( $P_a$ ) más la presión manométrica ( $P_m$ ) (presión que se mide con el manómetro).

$$P_{ab} = P_a + P_m$$

### Presión hidrostática e hidrodinámica

En un fluido en movimiento la presión hidrostática puede diferir de la llamada presión hidrodinámica por lo que debe especificarse a cual de las dos se está refiriendo una cierta medida de presión.

### Presión de un gas

En el marco de la teoría cinética la presión de un gas es explicada como el resultado macroscópico de las fuerzas implicadas por las colisiones de las moléculas del gas con las paredes del contenedor. La presión puede definirse por lo tanto haciendo referencia a las propiedades microscópicas del gas:

Para un gas ideal con  $N$  moléculas, cada una de masa  $m$  y moviéndose con una velocidad aleatoria promedio  $\mathbf{v}_{rms}$  contenido en un volumen cúbico  $V$  las partículas del gas impactan con las paredes del recipiente de una manera que puede calcularse de manera estadística intercambiando momento lineal con las paredes en cada choque y efectuando una fuerza neta por unidad de área que es la presión ejercida por el gas sobre la superficie sólida.

La presión puede calcularse entonces como fórmula para un gas ideal

$$P = \frac{Nmu_{rms}^2}{3V}$$

Este resultado es interesante y significativo no sólo por ofrecer una forma de calcular la presión de un gas sino porque relaciona una variable macroscópica observable, la presión, con la energía cinética promedio por molécula,  $1/2 mv_{rms}^2$ , que es una magnitud microscópica no observable directamente. Nótese que el producto de la presión por el volumen del recipiente es dos tercios de la energía cinética total de las moléculas de gas contenidas



### Prestaciones y consumos homologados

Velocidad máxima	150 km/h
Aceleración 0-100 km/h	No disponible
<b>Consumo NEDC</b>	
Extraurbano	7,2 l/100 km
Urbano	10,4 l/100 km
Medio	8,4 l/100 km
Emisiones de CO <sub>2</sub> NEDC	No disponible
Normativa de emisiones	No disponible
Distintivo ambiental DGT	<b>B</b>

### Dimensiones, peso, capacidades

Tipo de Carrocería	Todoterreno
Número de puertas	3
Longitud	3.642 mm
Anchura	1.630 mm
Altura	1.665 mm
Batalla	2.200 mm
Vía delantera	1.395 mm
Vía trasera	1.400 mm
Coefficiente Cx	No disponible
Superficie frontal	No disponible
Factor de resistencia	No disponible

Peso	1.125 kg
Tipo de depósito	
Gasolina	42 l
Filtro de partículas	No
Volúmenes de maletero	
Número de plazas	4
Distribución de asientos	2 + 2

#### Motor de Combustión

Propósito	Impulsar el vehículo
Combustible	Gasolina
Potencia máxima	96 CV / 70,6 kW
Revoluciones potencia máxima	5.600 rpm
Par máximo	132 Nm
Revoluciones par máximo	4.000 rpm
Situación	Delantero longitudinal
Número de cilindros	4
Disposición de los cilindros	En línea
Material del bloque	Aluminio
Material de la culata	Aluminio
Diámetro	75 mm
Carrera	90 mm
Cilindrada	1.590 cm <sup>3</sup>
Relación de compresión	9,5 a 1

<b>Distribución</b>	
Válvulas por cilindro	4
Tipo de distribución	Un árbol de levas en la culata
<b>Alimentación</b>	Inyección Indirecta.
<b>Automatismo de parada y arranque del motor ("Stop/Start")</b>	No

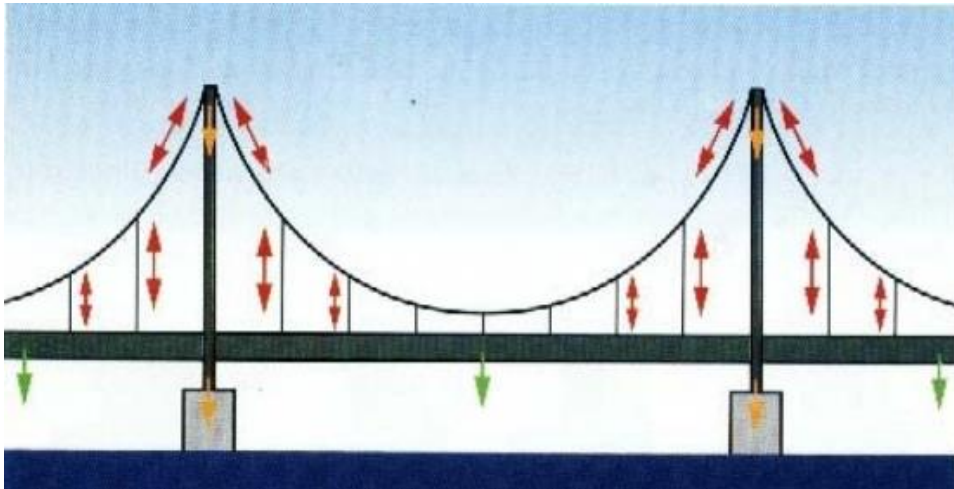
<b>Transmisión</b>	
<b>Tracción</b>	Total
<b>Caja de cambios</b>	Manual
<b>Número de velocidades</b>	5
<b>Tipo de mando</b>	No disponible
<b>Tipo de Embrague</b>	No disponible
<b>Tipo de mecanismo</b>	No disponible
<b>Desarrollos (km/h cada 1.000 rpm)</b>	
1ª	7,1
2ª	13,4
3ª	18,9
4ª	26,0
5ª	32,7
Marcha atrás	7,1

Chasis	
Estructura suspensión delantera	Tipo McPherson
Muelle suspensión delantera	Resorte helicoidal
Estructura suspensión trasera	Eje rígido
Muelle suspensión trasera	Resorte helicoidal
Barra estabilizadora delantera	Sí
Barra estabilizadora trasera	No
Tipo de frenos delanteros	Disco
Diámetro de frenos delanteros	No disponible
Tipo de frenos traseros	Tambor
Diámetro de frenos traseros	No disponible
<b>Dirección</b>	
Tipo	Recirculación de bolas
Tipo de asistencia	No disponible
Asistencia en función de la velocidad	No
Desmultiplicación en función de la velocidad	No
Desmultiplicación no lineal	No
Desmultiplicación de la dirección	No disponible
Dirección a las cuatro ruedas	No
Diámetro de giro entre bordillos	9,8 m
Diámetro de giro entre paredes	No disponible
Vueltas de volante entre topes	No disponible
<b>Neumáticos delanteros</b>	195/ R15
<b>Neumáticos traseros</b>	195/ R15

## INTRODUCCIÓN

Los elementos de una estructura deben de aguantar, además de su propio peso, otras fuerzas y cargas exteriores que actúan sobre ellos. Dependiendo de su posición dentro de la estructura y del tipo de fuerzas que actúan sobre ellos, los elementos o piezas de las estructuras soportan diferentes tipos de esfuerzos. Una fuerza sobre un objeto tiende a deformarlo, la deformación producida dependerá de la dirección, sentido y punto de aplicación donde esté colocada esa fuerza. Estas fuerzas tienen distintos orígenes:

- Debidas a su propio peso (toda estructura debe soportarse a sí misma).
- Debidas al peso, movimiento o vibraciones de los elementos que componen el conjunto del sistema técnico. Por ejemplo, el cuadro de una bicicleta no debe deformarse cuando una persona suba a ella o cuando coja baches mientras circula, etc.
- Debidas a agentes externos al propio sistema técnico. Por ejemplo, un puente no debe caerse por el efecto del viento, el tejado de una casa no debería venirse abajo cuando se acumule nieve sobre él, etc.



Debemos conocer los tecnicismos de los esfuerzos físicos que vamos a utilizar, como pueden ser: fuerza, vector, momento, esfuerzo, resistencia, rigidez, carga, tensión, elasticidad, deformación y creep.

**Fuerza:** es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los cuerpos materiales.

**Vector:** es una herramienta geométrica utilizada para representar una magnitud física del cual depende únicamente un módulo (o longitud) y una dirección (u orientación) para quedar definido.

**Momento de una fuerza:** (respecto a un punto dado), es una magnitud vectorial, obtenida como producto vectorial del vector de posición del punto de aplicación de la fuerza con respecto al punto al cual se toma el momento por la fuerza, en ese orden. Generan giros.

Esfuerzo: es la fuerza que hace un elemento de la estructura para no ser deformado por las cargas. Los esfuerzos pueden ser: esfuerzos compuestos y esfuerzos variables.

- Esfuerzos compuestos es cuando una pieza se encuentra sometida simultáneamente a varios esfuerzos simples, superponiéndose sus acciones.
- Esfuerzos variables son los esfuerzos que varían de valor e incluso de signo. Cuando la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo es 0, el esfuerzo se denomina alternado.

Resistencia: es cuando la carga actúa y produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza aun cuando haya deformación.

Rigidez: es cuando la carga actúa y no produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza sin deformarse.

Carga: es la fuerza exterior que actúan sobre los diferentes elementos. Podemos diferenciar tres tipos de cargas, como son: la carga estática, la carga dinámica y la carga cíclica.

- Carga estática: es la fuerza que se aplica gradualmente desde en valor inicial cero hasta su máximo valor  $F$ . Es decir, aquella que es invariable o su magnitud crece de forma lenta (un coche encima de un puente, etc.).
- Carga dinámica: es la fuerza que se aplica con velocidad sobre la pieza que la debe soportar. En este caso la tensión producida es mayor que la de la carga estática, pues la energía cinética de la carga absorbida elásticamente por la pieza, lo cual origina un aumento de la tensión en la misma. Este aumento puede ser mayor que la propia tensión estática. Las cargas dinámicas se dividen en tres: carga súbita, carga de choque libre y carga de choque forzado,
- Carga súbita: es cuando el valor máximo se aplica instantáneamente.
- Carga de choque libre es cuando está producida por la caída de un cuerpo sobre un elemento resistente.
- Carga de choque forzado es cuando una fuerza obliga a dos masas que han colisionado a seguir deformándose después del choque.
- Carga cíclica o alternada: es aquella que cambia de dirección o magnitud (o ambas) de forma cíclica o alternada (cigüeñal, amortiguadores, etc.).

Tensión: es la reacción que se produce en el interior de la pieza a ensayar, cuando sobre ésta se aplica una carga. La tensión es siempre de la misma magnitud y de sentido contrario a la carga aplicada. Se mide en Pascales, que es la tensión que genera una carga de un Newton de fuerza aplicada sobre una superficie de un metro cuadrado. Esta unidad es muy pequeña para medir las tensiones que vamos a manejar, por lo que utilizaremos el megapascal (Mp un millón de veces mayor). En ocasiones se utiliza el  $\text{Kg/cm}^2$ . Según el punto de aplicación, la dirección y el sentido de la carga podemos diferenciar tres tipos de tensión: tensión de tracción, tensión de compresión y tensión tangencial.

Tensión de tracción es la que se opone a una fuerza que tiende a estirar el cuerpo. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de igual dirección, sentido contrario y divergentes.

Tensión de compresión es la que se opone a una fuerza que tiende a comprimir el cuerpo. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de igual dirección y sentido contrario y convergente.

Tensión tangencial es la que se opone a un movimiento de torsión o de desplazamiento de una parte del cuerpo hacia otra. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de direcciones paralelas y sentido contrario, convergente o divergente. También se denomina tensión de corte, cizalla o flexión.

Elasticidad: es la propiedad mecánica que tienen ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

La deformación o alargamiento se produce cuando sometemos un material a una carga, este material experimenta tensión y deformación. La deformación es el cambio en las dimensiones del cuerpo. Se puede medir en unidades de longitud, área o volumen, pero estas medidas van a depender del tamaño de la muestra. No es lo mismo una deformación de 1mm en una muestra de 1 cm, que en una carretera de 1 Km. Para dar cifras generales la deformación se expresa en tanto por ciento. Para ello se divide el cambio en la dimensión entre la dimensión original y se multiplica por 100.

$$\text{deformación} = \frac{\text{dimensión final}}{\text{dimensión inicial}} \times 100$$

Cuando se libera la carga a la que sometemos al material, la tensión desaparece pero la deformación puede desaparecer o no. En función de esto tenemos dos tipos de deformación: deformación elástica y deformación plástica.

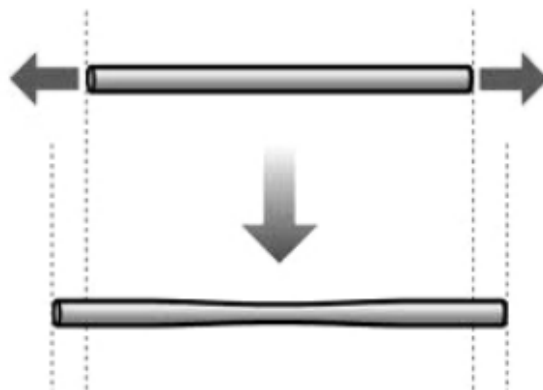
Deformación elástica es la que desaparece por completo cuando el material se descarga. Esta recuperación de la forma primitiva se produce por la tendencia de los átomos a recuperar su distancia interatómica, alterada por la carga ejercida. Durante la deformación elástica se produce un cambio volumétrico que se recupera al cesar la carga.

Deformación plástica es la que no se recupera al cesar la carga aplicada. Esta deformación se produce porque se ha forzado la distancia interatómica y las uniones atómicas se han roto, por lo que no hay ninguna fuerza que tienda a recuperar la situación anterior. Los átomos se desplazan en su posición, sin que haya cambio volumétrico pero sí de forma.



### **TRACCIÓN**

La tracción es el esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. Se considera que las tensiones que tienen cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas, son normales a esa sección, son de sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo. La tracción produce un alargamiento sobre el eje X, produce a su vez una disminución sobre los ejes Y y Z. Esto se conoce como módulo de Poisson.

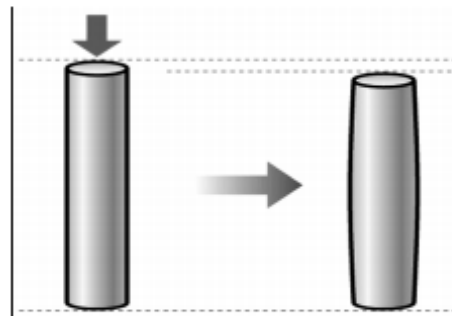




Cuando se trata de cuerpos sólidos, las deformaciones pueden ser permanentes: en este caso, el cuerpo ha superado su punto de fluencia y se comporta de forma plástica, de modo que tras cesar el esfuerzo de tracción se mantiene el alargamiento; si las deformaciones no son permanentes se dice que el cuerpo es elástico, de manera que, cuando desaparece el esfuerzo de tracción, aquél recupera su primitiva longitud. Este tipo de esfuerzo aparece en cadenas, cables, tornillos, los cables de un puente colgante, etc.

## COMPRESIÓN

La compresión es el esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido, y tienden a acortarlo. Es lo contrario a la tracción y hace que se aproximen las diferentes partículas de un material, tendiendo a producir acortamientos o aplastamientos. Con lo que podemos decir, que la compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiene a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección.



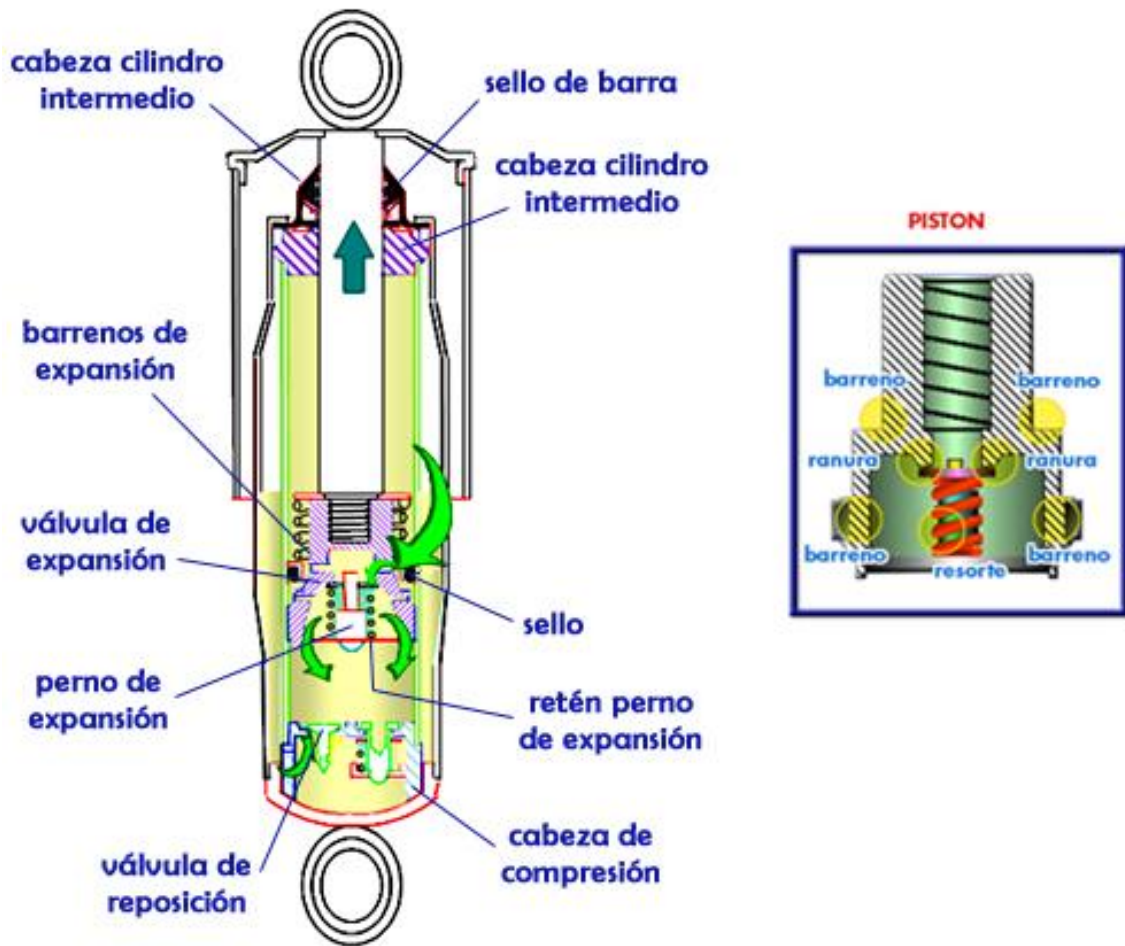
En general, cuando se somete un material a un conjunto de fuerzas se produce tanto flexión, como cizallamiento o torsión, todos estos esfuerzos conllevan la aparición de tensiones tanto de tracción como de compresión. Al sentarnos en un banco, sometemos a las patas a un esfuerzo de compresión, con lo que tiende a disminuir su altura, aunque a simple vista no lo apreciemos. Los pilares y columnas son ejemplo de elementos diseñados para resistir esfuerzos de compresión. Cuando se somete a compresión una pieza de gran longitud en relación a su sección, se arquea recibiendo este fenómeno el nombre de pandeo.

¿Qué son los amortiguadores y por qué son tan importantes?

### **Los amortiguadores velan por la buena marcha del vehículo y son un elemento clave en la seguridad activa del mismo**

Los amortiguadores del vehículo **son primordiales en la seguridad activa del vehículo**, ya que protegen de golpes, impactos y vibraciones tanto a los pasajeros como al resto de elementos del automóvil.

Este dispositivo forma parte del **sistema de suspensión** de distintas clases de vehículos como automóviles, motocicletas y aviones, **controlando los movimientos para convertir la energía cinética en térmica**. Se encuentra entre el chasis y las ruedas del vehículo en cuestión.



Por lo general, cada amortiguador consta de un eje cromado anclado al vehículo y dos tubos de acero; el exterior o de reserva que está lleno de aceite, y el interior o de compresión. En el otro extremo del vehículo el pistón desplaza el tubo interno que al presionar succiona el aceite haciendo que circule por las válvulas del mismo.

Entre los **principales cometidos que cumplen los amortiguadores** se encuentran el control de las oscilaciones de la suspensión para ganar adherencia a la vía, la mejora de la estabilidad en las curvas, la reducción de la distancia de frenado y el hecho de volver la marcha más confortable al absorber las irregularidades del terreno.

**Cuando el amortiguador está demasiado rígido**, aunque haya un aumento de la estabilidad, se reduce el confort, mientras que **si está demasiado blando** podemos perder el control del vehículo. Por eso es tan importante mantener los amortiguadores en buen estado.

El excesivo desgaste de los mismos puede poner en un serio compromiso nuestra seguridad.

## AMORTIGUADORES



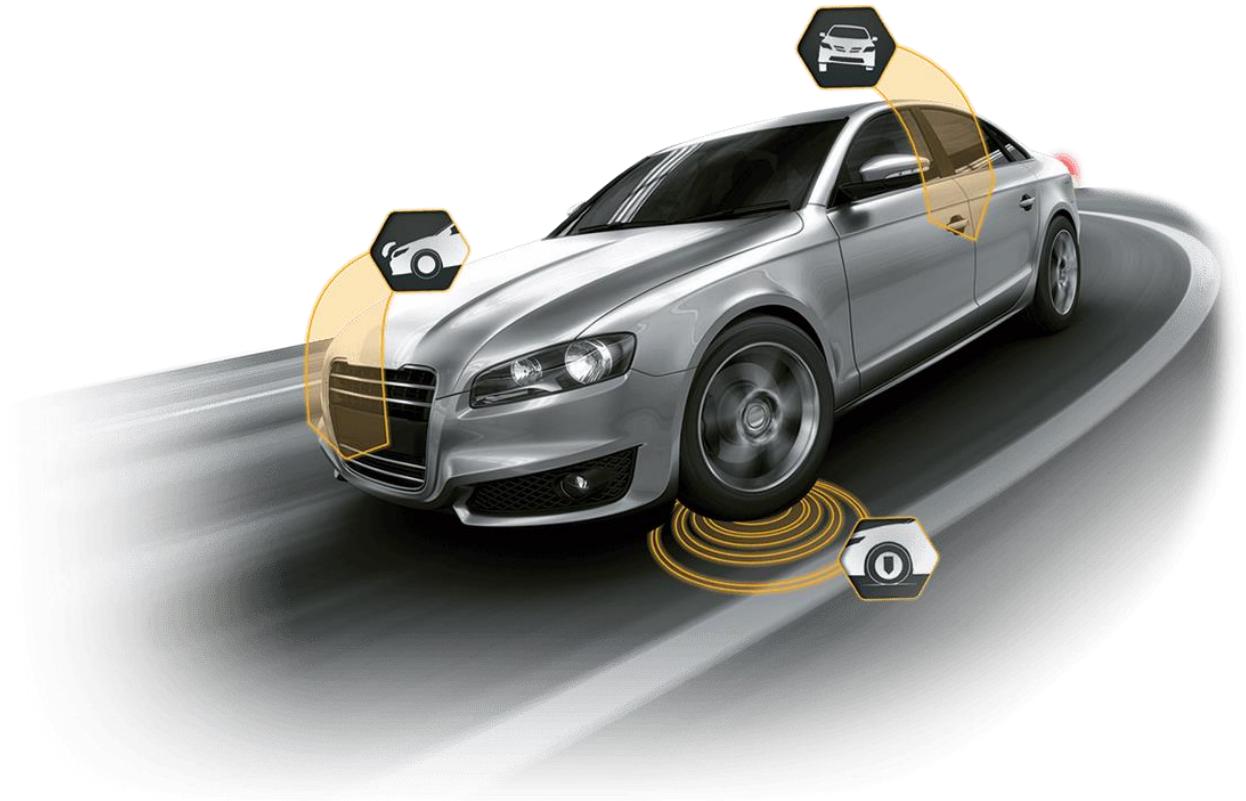
### ¿Qué tipos de amortiguadores existen en el mercado?

En el mercado podemos encontrar un **amplio abanico de opciones entre los amortiguadores**: neumáticos, reológicos, magnéticos... pero vamos a enumerar y explicar el funcionamiento de los más comunes a continuación:

- **Hidráulicos**: No requieren mantenimiento y son los que mejor trabajan a elevados niveles de presión. Constan de un pistón dentro del cilindro donde fluye el aceite de un extremo a otro del amortiguador.
- **Hidráulicos con válvulas**: El aceite no circula por los orificios sino por unas válvulas que hacen los vuelven más suaves y eficaces.
- **De doble tubo**: Funcionan con dos cámaras por las que circula el aceite si son presurizados, o aceite y gas si no lo son. Al ser más cortos y tener menos fricción, resultan ideales en situaciones extremas como grandes baches.
- **Monotubo**: En este caso, cada una de las cámaras receptiona un componente: gas o aceite. Entre ambas se encuentra un pistón flotante y dependiendo de la presión a la que estén expuestos se puede regular la dureza y frecuencia.

### **LAS FUNCIONES VITALES QUE LOS PRODUCTOS DE CONTROL DE LA SUSPENSIÓN REALIZAN:**

- Controlan el movimiento excesivo de la carrocería y las llantas
- Reducen el rebote, la inclinación y el balanceo del vehículo, así como la inclinación al frenar y el descenso al acelerar
- Ayudan a mantener un manejo y un frenado uniformes
- Ayudan a mantener la alineación de las ruedas
- Ayudan a reducir el potencial de desgaste prematuro de las llantas y otros componentes de la suspensión



## Fallas y mantenimiento en los amortiguadores

Los **amortiguadores de un coche** son uno de los elementos más importantes para que **su comportamiento sea perfecto**. A pesar de esto, muchas veces son las piezas más olvidadas por parte de los conductores hasta que no empiezan a presentar averías o fallas graves. Si ya se pueden oír los típicos traqueteos, golpes y silbidos es que ya no se puede esperar más para su mantenimiento o sustitución.

Hay **muchas piezas que pueden fallar** en un amortiguador, ya sea por desgaste o por su rotura. Algunas averías puede ser cosa de unos pocos euros y otras pueden suponer la sustitución de todo el conjunto. Pero una cosa está clara, en elementos tan relacionados con la seguridad como son los amortiguadores, los frenos o la dirección no hay que escatimar en gastos.

### **Apoyos desgastados o deteriorados**

Para que un amortiguador quede **perfectamente anclado al chasis** tiene varias piezas: el soporte interior, el ensamblaje de soporte, el asiento del ensamblaje del amortiguador, el asiento del rodamiento, el rodamiento del amortiguador, los asientos del resorte amortiguador. Por la parte baja suele tener unos tornillos pasadores. Todo ello tiene que estar perfectamente ajustado para que no haya holguras y ruidos anómalos.



Cuando se somete a amortiguación del coche a un estrés alto, las **vibraciones y golpes** pueden acabar por desgastar o desajustar las piezas. Aunque es posible que la amortiguación siga haciendo bien su función cuando se vuelva a acoplar todo bien o a sustituir las piezas que se requiera.

#### **El amortiguador pierde aceite**

El amortiguador realiza su función gracias al líquido que tiene en su interior. Por eso, **si pierde la estanqueidad** que mantiene el aceite en su interior, **dejará de amortiguar** adecuadamente los movimientos del muelle. Si lo que tiene es un **ligero sudado**, la avería suele considerarse leve y el coche puede circular todavía con cierta seguridad. Sin embargo, si el amortiguador está **completamente manchado**, quiere decir que hay que sustituirlo porque ya no funciona.

#### **Guardapolvos rotos**

Como su nombre indica, los guardapolvos son las **piezas que protegen el amortiguador del polvo u otra suciedad**. Si este es el problema, y no ha causado problemas más serios por la entrada de elementos extraños, estás de enhorabuena. Suelen ser muy baratos. Entre 3 y 10 euros según el modelo.





### **Rosca pasada**

En estos casos lo más normal es que el amortiguador **no ha sido bien fijado durante su montaje**. Un motivo común es por un exceso de fuerza. O dicho de una forma más precisa, usada en mecánica: un exceso de par al apretar el amortiguador que a estropeado la rosca. En un taller profesional estas tareas se hacen con una **llave dinamométrica** o **torquímetro**, que les permite apretar todo con el par indicado por el fabricante.

### **Rotura de muelle**

Una avería que puede pasar **por corrosión o por un golpe muy fuerte**. Aunque también puede ocurrir que se rompa al retensarlo, si no se hace bien. En estos casos hay que sustituirlo por uno nuevo. Con el añadido de que cuando se cambian estas piezas es mejor hacerlo como mínimo por pares del mismo eje.

### **Topes desgastados**

Muchas veces se venden junto con los guardapolvos. Son las piezas blandas que **limitan el movimiento de un amortiguador antes de llegar al final**. Pueden dañarse si se pasa por un obstáculo que lleva a la suspensión hasta su límite con mucha fuerza. Aunque en estos casos se pueden dañar más cosas. **También pueden desgastarse con el paso del tiempo**. Si solo se han dañado o desgastado los topes, es una buena noticia porque al igual que los guardapolvos, cuestan poco dinero.

### **Válvulas de flujo flojas o desgarradas**

Aquí el problema es en el interior del amortiguador. Las válvulas de flujo **son las piezas clave para que funcione correctamente**. Si no están en buenas condiciones el aceite pasará con demasiada facilidad y dejará de cumplir con su función. Esto es lo que ocurre con el paso del tiempo aunque hagamos un uso normal del coche.

## Vástago de pistón dañado

El vástago es el cilindro de metal más estrecho que entra y sale del resto del amortiguador. Esto ocurre cuando **no se mueve de forma perfectamente lineal** con respecto al conjunto. Una avería que suele provenir de un mal reglaje a la hora de montarlo. En estos casos se suele ver que el vástago se va rayando más cuanto más se usa.



## Mantenimiento de los amortiguadores

En los amortiguadores de los coches convencionales, la única opción que suele haber es la de la **sustitución de la o las piezas que estén en mal estado**. La lista anterior puede servirte para tener una idea clara de lo que puede fallar en tu coche. Por supuesto, siempre que te remangues y le eches un vistazo. Sin embargo, esto no quiere decir que sea recomendable que lo arregles tú mismo, si no tienes conocimientos de mecánica y las herramientas adecuadas.

Para lo que sí puede ayudarte este listado es para tener unas **nociones básicas** y que no te timen en ningún taller. La factura de unos simples guardapolvos no es la misma que la de unos amortiguadores completos.

## Amortiguadores en mal estado: síntomas y consecuencias

Los amortiguadores en mal estado constituyen un factor de riesgo, además de un considerable deterioro de la experiencia de conducción.

Éste elemento mecánico forma parte de todo el sistema de suspensión de un coche, el cual reúne un conjunto de piezas cuya función es la de intermediar entre las ruedas y el chasis del vehículo. El objetivo fundamental es absorber y neutralizar las irregularidades que presente la carretera.

De esa manera, se garantiza que los neumáticos están permanentemente en contacto con el suelo y que la sensación dentro del habitáculo es la de una completa

estabilidad.

## ¿Cómo saber si los amortiguadores están en mal estado?

Muy sencillo. En este artículo, vamos a compartir contigo una serie de trucos para identificar los principales síntomas de una suspensión dañada, así como las consecuencias que ésta tiene sobre la conducción.

### Amortiguadores en mal estado: síntomas inconfundibles

#### Excesivo rebote del coche

Cada coche presenta un mayor o menor rebote como consecuencia de la dureza de la suspensión y los reglajes utilizados.

No obstante, si detectas un incremento en el rebote de tu vehículo al paso por los baches e irregularidades de la carretera, es muy probable que el sistema de suspensión esté dañado.

Una de la forma más sencillas de confirmar este problema es proceder a apoyarse sobre la carrocería del coche y empujarla hacia abajo en cada una de las ruedas. Si la suspensión está en buen estado, el coche debería recuperar su posición original sin ningún tipo de rebote.

En caso contrario, necesitas pasar por el taller y proceder a cambiar los amortiguadores.

#### Comportamiento extraño en el paso por curva y frenadas fuertes

Se trata de un síntoma bastante habitual de desgaste excesivo de los amortiguadores. Se pone de manifiesto cuando se procede a realizar frenadas fuertes, y el chasis se desplaza horizontalmente de un lado a otro.

En el caso de las curvas, el coche se inclina excesivamente hacia el exterior y sufre subviraje; es decir, tiende a seguir recto.

#### Desgaste anormal de los neumáticos

Los neumáticos deberían desgastarse de forma homogénea a lo largo de la zona de rodadura.

En el caso de que presenten un desgaste en los extremos o en el centro, es muy probable que la presión de los neumáticos no sea la correcta.

Descubre [cómo influyen los neumáticos en la conducción](#), en nuestro artículo especializado.

Si el desgaste es irregular, entonces el problema es algo más grave. En el mejor de los casos, es posible que sólo sea necesario proceder a alinear los ejes. Sin embargo, también podría deberse a una fuga de aceite en un amortiguador, un cojinete en mal estado o que uno de los brazos de la suspensión se haya cedido.



### **Ruidos extraños al pasar por baches o curvas**

Los baches y las curvas son los acontecimientos en los que el sistema de amortiguación recibe un mayor estrés.

Si al pasar por ellos, escuchas algún tipo de ruido extraño, no lo dejes pasar. Es muy probable que la suspensión esté dañada. Las causas pueden ser tan variadas que no vale la pena exponerlas aquí. Acude inmediatamente al taller.



### **Vehículo desnivelado**

Cualquier persona se percataría de que algo no va bien con la suspensión del coche cuando éste circula desnivelado.

Este síntoma evidencia que la amortiguación de uno de los ejes o una de las ruedas no se encuentra en buen estado.

La inclinación puede tener lugar hacia uno de los lados, hacia adelante o hacia atrás. La mejor manera de comprobarlo es situar el vehículo sobre un terreno llano, donde se aprecie claramente el desnivel del chasis.

Te en cuenta que, si tu vehículo tiene un sistema de suspensión de aire o neumática, será necesario arrancarlo para que dicha suspensión se active.

Por regla general, se debe a algún tipo de fuga en los amortiguadores. No obstante, también puede haberse roto uno de los brazos metálicos que conectan el chasis con las ruedas.

Este último es un caso extremo, debido al cual el chasis estará completamente hundido sobre una de las ruedas. No hace falta decir que circular en esas condiciones es muy peligroso, además de poder causar otras múltiples averías.

### **Amortiguadores en mal estado: consecuencias**

Detectar amortiguadores en mal estado puede ahorrarte más de un susto en la carretera.

- La adherencia en las curvas, la pérdida de dirección y el aquaplaning son algunas de las consecuencias más habituales.
- Además, la distancia de frenado también aumenta notablemente.
- Finalmente, el mal estado de los amortiguadores también puede hacer que el resto de las piezas del sistema de suspensión –como rótulas, cojinetes, brazos y demás soportes- se desgasten más rápidamente.

### **Otros consejos acerca de los amortiguadores en mal estado**

Con independencia de que tu coche cuente con el sistema ESP, una suspensión dañada puede desequilibrar por completo el vehículo y causar un trompo.

Cada fabricante establece una serie de recomendaciones de revisión y cambio de los amortiguadores y elementos del sistema de suspensión, en función de los kilómetros recorridos.

La vida media de éstos suele ser de 60.000 kilómetros, si bien depende bastante de los hábitos de circulación del conductor. La recomendación general es proceder a una revisión cada 20.000 kilómetros.