

**MF1461\_2: Mantenimiento de primer nivel  
de transporte por carretera**

Elaborado por: M<sup>a</sup> Elvira de las Heras León

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16102-53-2 • Depósito legal: MA 467-2014

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# ***Presentación***

## **Identificación de la unidad formativa:**

Bienvenido al Módulo Formativo 1461\_2: Mantenimiento de primer nivel de vehículos de transporte por carretera. Este Módulo Formativo forma parte del Certificado de Profesionalidad TMVIO108: Conducción de autobuses y TMVIO208: Conducción de vehículos pesados de transporte de mercancías por carretera. Este Certificado de Profesionalidad pertenece a la familia: Transporte y mantenimiento de vehículos.

## **Presentación de los contenidos:**

La finalidad de este módulo formativo es conocer las distintas partes del vehículo: sistema motor, sistema mecánico de transmisión, sistema de rodaje y sistemas eléctricos, así como los componentes y elementos de dichas partes. Del mismo modo, se pretende dar a conocer el funcionamiento de las distintas partes del vehículo y una descripción del mantenimiento básico a realizar. Para ello, se irán analizando cada una de estas partes o sistemas por separado, detallando los tipos existentes y los elementos de los que se componen, describiendo su funcionamiento y explicando el mantenimiento básico que requieren.

## **Objetivos del módulo formativo:**

Al finalizar este módulo formativo aprenderás a:

- ↻ Identificar los componentes de los motores de combustión interna, describiendo la constitución y funcionamiento de los diferentes conjuntos de los mismos y de sus sistemas auxiliares.
- ↻ Analizar los sistemas de transmisión de fuerza y trenes de rodaje para explicar su misión, características y funcionamiento con la precisión requerida.
- ↻ Realizar pequeñas operaciones de mantenimiento básico de la instalación eléctrica según procedimientos establecidos.
- ↻ Aplicar el plan de mantenimiento básico del vehículo, y localizar y diagnosticar averías mecánicas simples siguiendo los procedimientos establecidos.

| transporte y mantenimiento de vehículos

# Índice

MF1461\_2: Mantenimiento de primer nivel de vehículos de transporte por carretera

## *UD1. Funcionamiento y mantenimiento básico de los elementos que componen el sistema motor*

1.1. El motor .....	15
1.1.1. Tipos de motores: Combustión interna, Eléctricos, Rotativos .....	15
1.1.2. Componentes estáticos del motor de combustión: tapa de balancines, culata, bloque motor y cárter .....	17
1.1.3. Elementos móviles del motor: pistón, biela, cigüeñal, volante de inercia y mecanismo de distribución .....	17
1.1.4. Funcionamiento básico del motor. Ciclo de funcionamiento .....	19
1.1.5. Cilindrada de un motor .....	19
1.1.6. Relación de compresión .....	20
1.1.7. Número y disposición de cilindros .....	21
1.1.8. Potencia y par de un motor. Curvas de par .....	22
1.1.9. Consumo específico de carburante .....	23
1.1.10. El motor Diésel. Funcionamiento y características .....	24
1.1.11. Ciclo de trabajo del motor Diésel .....	24
1.2. Sistema de Distribución .....	24
1.2.1. Finalidad del sistema de distribución .....	25
1.2.2. Descripción de los elementos del sistema: Mecanismo de accionamiento, árbol de levas, válvulas, muelles o resortes, taqués y balancines .....	25
1.2.3. Funcionamiento del sistema de distribución .....	27
1.2.4. Calado y reglaje .....	27

1.3. Sistema de Alimentación.....	28
1.3.1. Misión del sistema de alimentación .....	29
1.3.2. Componentes del circuito de alimentación de carburante:	
Depósito, bombas y filtros de carburante.....	29
1.3.3. La bomba de inyección.	
Sistema mecánico y electrónico de inyección .....	30
1.3.4. Tipos de inyección. Clases de inyectores.....	31
1.3.5. Circuito de alimentación de aire:	
Sobrealimentación, fundamentos.	
El compresor y el turbocompresor. Intercooler .....	32
1.3.6. Filtros de aire .....	33
1.3.7. Mantenimiento básico del sistema de alimentación .....	33
1.4. Circuito de escape.....	34
1.4.1. Componentes del circuito de escape:	
Colectores, silencioso y catalizador .....	34
1.4.2. Funcionamiento del sistema.....	36
1.5. Sistema de Lubricación.....	36
1.5.1. Objeto del sistema de lubricación .....	37
1.5.2. Elementos que componen el sistema de lubricación:	
Cárter, filtros, bomba impulsora .....	37
1.5.3. Control del sistema: Manómetro de presión y control de niveles .....	37
1.5.4. Funcionamiento del sistema de engrase .....	38
1.5.5. Aceites y lubricantes. Tipos y características .....	39
1.5.6. Mantenimiento básico del sistema de lubricación .....	40
1.6. Circuito de Refrigeración.....	41
1.6.1. Finalidad del sistema de refrigeración.....	41
1.6.2. Tipos de sistema de refrigeración .....	42
1.6.3. La refrigeración por agua.	
Elementos que lo constituyen:	
Bomba de agua, radiador y el ventilador, vaso de expansión.....	42
1.6.4. Regulación de la temperatura del motor: El termostato .....	43
1.6.5. Instrumento de control del sistema:	
Termómetro, luz de señalización de emergencia .....	44
1.6.6. Funcionamiento del sistema de refrigeración.....	45

1.6.7. Líquidos refrigerantes y anticongelantes. Tipos y características .....	45
1.6.8. Mantenimiento básico del sistema de refrigeración.....	46

## ***UD2. Funcionamiento y mantenimiento básico del sistema mecánico de transmisión de movimiento***

2.1. Transmisión del movimiento del motor a las ruedas .....	57
2.2. El embrague.....	58
2.2.1. Función y estructuras del embrague mecánico .....	59
2.2.2. Conjunto de presión del embrague .....	60
2.2.3. Disco de embrague .....	60
2.2.4. Accionamiento del embrague .....	61
2.2.5. Sistema de mando del embrague .....	61
2.2.6. Embragues eléctricos e hidráulicos .....	62
2.2.7. Embrague automático con control electrónico .....	62
2.3. La caja de cambios.....	63
2.3.1. Función y estructuras de la caja de cambios .....	63
2.3.2. Trenes de engranajes .....	64
2.3.3. Relaciones de transmisión del cambio de velocidades .....	65
2.3.4. Sincronizadores.....	66
2.3.5. Sistema de mando de las velocidades.	
Características de las cajas de cambio .....	66
2.4. Caja de cambios automática .....	67
2.4.1. Transmisiones automáticas .....	68
2.4.2. Cambio automático escalonado .....	68
2.4.3. Cambio automático por variador continuo .....	68
2.4.4. Cambio automático de engranajes convencionales .....	69
2.5. Transmisión del par motor a las ruedas.....	69
2.5.1. Árboles de transmisión .....	70
2.5.2. Puente trasero .....	71
2.5.3. Diferencial .....	71
2.5.4. Propulsión total .....	72
2.5.5. Control electrónico de los sistemas de propulsión total .....	72
2.5.6. Palieres .....	73
2.6. Mantenimiento básico del sistema de transmisión .....	73

### ***UD3. Funcionamiento y mantenimiento básico de los componentes del sistema de rodaje***

3.1. La suspensión .....	83
3.1.1. Función y tipos de suspensiones:	
mecánica, neumática, hidráulica y oleoneumática.....	83
3.1.2. Elementos de la suspensión:	
Amortiguadores, ballestas, barras estabilizadoras, muelles o resortes, barras de torsión .....	85
3.1.3. Suspensión neumática.	
Funcionamiento y características.....	86
3.1.4. El fuelle neumático .....	87
3.2. La Dirección.....	87
3.2.1. Fundamentos del sistema de dirección .....	88
3.2.2. Composición y funcionamiento:	
Volante, columna de dirección y engranajes .....	88
3.2.3. Geometría de la dirección .....	90
3.2.4. Cotas de dirección: Avance, salida, caída y convergencia/divergencia .....	91
3.2.5. La dirección asistida. Principio de funcionamiento .....	92
3.3. Los Frenos .....	93
3.3.1. Función y estructura del sistema de frenos .....	93
3.3.2. Dinámica del frenado. Frenos de tambor.	
Frenos de disco. Freno de estacionamiento.....	94
3.3.3. Características del circuito de frenado oleoneumático .....	96
3.3.4. Circuito neumático de frenos, mando y asistencia.	
Sistema neumático de mando de los frenos.	
Bomba de frenos. Dispositivos de asistencia de frenos.....	96
3.3.5. Control electrónico de los frenos.	
Sistemas de freno con dispositivo antibloqueo.	
Componentes de los sistemas ABS.	
Control de tracción y estabilidad combinado con el ABS.	
Dispositivos auxiliares de los sistemas ABS/ASR/ESP .....	97
3.3.6. El ralentizador. Tipos:	
Freno electromagnético, Freno motor, retarder e intarder .....	99



3.3.7. Mantenimiento básico del sistema de frenos .....	100
3.4. Ruedas y Neumáticos .....	101
3.4.1. Misión y función de las ruedas y los neumáticos.....	101
3.4.2. Elementos que componen la rueda:	
Llantas y cubiertas .....	102
3.4.3. Llantas. Características y dimensiones.....	103
3.4.4. Neumáticos.	
Composición, dimensiones, dibujo y nomenclatura .....	104
3.4.5. Montaje/desmontaje de ruedas .....	106
3.4.6. Presión de inflado y su importancia .....	106
3.4.7. Duración y cuidado de neumáticos .....	107
3.4.8. Control del desgaste irregular asociado a	
los sistemas de dirección y suspensión.....	108
3.4.9. Mantenimiento básico.....	110

#### ***UD4. Funcionamiento y mantenimiento de los sistemas eléctricos de automoción***

4.1. Nociones básicas de electricidad y	
su aplicación en la automoción.....	119
4.2. Magnitudes eléctricas:	
Intensidad de corriente eléctrica,	
voltaje eléctrico y resistencia.....	119
4.3. Equipos de medición: El polímetro .....	120
4.4. Concepto de corriente continua .....	120
4.5. Generadores de corriente eléctrica: El alternador .....	121
4.6. Acumuladores de corriente .....	121
4.7. La batería, principio de funcionamiento.	
Características eléctricas de las baterías.	
Acoplamiento de baterías. Carga de baterías.	
Métodos de cargas. Cargador de baterías.	
Normas de seguridad.....	122
4.8. Circuitos de arranque. Motor de arranque .....	124
4.9. Elementos de control y señalización del panel de mandos.....	125

4.10. El sistema de alumbrado.....	125
4.10.1. Luces de alumbrado:	
de posición, cruce, carretera y antinieblas .....	126
4.10.2. Luces de maniobra:	
intermitencias, emergencia, freno y marcha atrás .....	127
4.10.3. Luces interiores: de cuadro y alumbrado interior .....	128
4.11. Sistemas eléctricos auxiliares.....	128
4.12. Indicador de nivel de combustible:	
componentes y funcionamiento .....	128
4.13. Limpiaparabrisas: componentes y su funcionamiento.....	129
4.14. Claxon: tipos, componentes y su funcionamiento .....	130
4.15. Lámparas y fusibles. Tipos de lámparas:	
Convencionales, halógenas,	
para pilotos y de alumbrado interior .....	131
4.16. Sistema de ventilación y calefacción.	
Sistema de climatización del vehículo y programación .....	132
4.17. Mantenimiento básico del sistema eléctrico .....	132

## ***UD5. Operaciones de mantenimiento mecánico básico***

5.1. Manual técnico del vehículo .....	143
5.2. Libro de mantenimiento del vehículo:	
Revisión y controles periódicos.....	143
5.3. Elementos de anticontaminación.	
Emisiones producidas y métodos de depuración.....	144
5.4. Normas generales de seguridad.	
Normas específicas en los talleres automóviles .....	145
5.5. Reglamentación de talleres .....	145
5.6. Protección medioambiental.	
Normativa sobre recuperación de	
gases fluorados de efecto invernadero. Residuos.....	146



transporte y mantenimiento de vehículos

MF1461\_2: Mantenimiento de primer nivel de vehículos de transporte por carretera

# UD1

## ***Funcionamiento y mantenimiento básico de los elementos que componen el sistema motor***

- 1.1. El motor
  - 1.1.1. Tipos de motores: Combustión interna, Eléctricos, Rotativos
  - 1.1.2. Componentes estáticos del motor de combustión: tapa de balancines, cula-  
ta, bloque motor y cárter
  - 1.1.3. Elementos móviles del motor: pistón, biela, cigüeñal, volante de inercia y  
mecanismo de distribución
  - 1.1.4. Funcionamiento básico del motor. Ciclo de funcionamiento
  - 1.1.5. Cilindrada de un motor
  - 1.1.6. Relación de compresión
  - 1.1.7. Número y disposición de cilindros
  - 1.1.8. Potencia y par de un motor. Curvas de par
  - 1.1.9. Consumo específico de carburante
  - 1.1.10. El motor Diésel. Funcionamiento y características
  - 1.1.11. Ciclo de trabajo del motor Diésel
- 1.2. Sistema de Distribución
  - 1.2.1. Finalidad del sistema de distribución
  - 1.2.2. Descripción de los elementos del sistema: Mecanismo de accionamiento,  
árbol de levas, válvulas, muelles o resortes, taqués y balancines
  - 1.2.3. Funcionamiento del sistema de distribución
  - 1.2.4. Calado y reglaje

- 1.3. Sistema de Alimentación
  - 1.3.1. Misión del sistema de alimentación
  - 1.3.2. Componentes del circuito de alimentación de carburante: Depósito, bombas y filtros de carburante
  - 1.3.3. La bomba de inyección. Sistema mecánico y electrónico de inyección
  - 1.3.4. Tipos de inyección. Clases de inyectores
  - 1.3.5. Circuito de alimentación de aire: Sobrealimentación, fundamentos. El compresor y el turbocompresor. Intercooler
  - 1.3.6. Filtros de aire
  - 1.3.7. Mantenimiento básico del sistema de alimentación
- 1.4. Circuito de escape
  - 1.4.1. Componentes del circuito de escape: Colectores, silencioso y catalizador
  - 1.4.2. Funcionamiento del sistema
- 1.5. Sistema de Lubricación
  - 1.5.1. Objeto del sistema de lubricación
  - 1.5.2. Elementos que componen el sistema de lubricación: Cáster, filtros, bomba impulsora
  - 1.5.3. Control del sistema: Manómetro de presión y control de niveles
  - 1.5.4. Funcionamiento del sistema de engrase
  - 1.5.5. Aceites y lubricantes. Tipos y características
  - 1.5.6. Mantenimiento básico del sistema de lubricación
- 1.6. Circuito de Refrigeración
  - 1.6.1. Finalidad del sistema de refrigeración
  - 1.6.2. Tipos de sistema de refrigeración
  - 1.6.3. La refrigeración por agua. Elementos que lo constituyen: Bomba de agua, radiador y el ventilador, vaso de expansión
  - 1.6.4. Regulación de la temperatura del motor: El termostato
  - 1.6.5. Instrumento de control del sistema: Termómetro, luz de señalización de emergencia
  - 1.6.6. Funcionamiento del sistema de refrigeración
  - 1.6.7. Líquidos refrigerantes y anticongelantes. Tipos y características
  - 1.6.8. Mantenimiento básico del sistema de refrigeración

1.1. El motor

Lo primordial para que un vehículo destinado al transporte por carretera realice su actividad correctamente es que se mueva. Para ello, ha de vencer las fuerzas que se oponen a su movimiento y avance. El responsable de vencer dichas fuerzas y que el vehículo se ponga en movimiento es el **motor**.



Según la Real Academia Española, de forma genérica, el **motor** se puede definir como una máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía.

El motor es un elemento complejo que se irá analizando a continuación de forma detallada. Se analizarán los tipos de motores que se pueden encontrar, así como sus elementos y componentes principales y diversas características de su funcionamiento.

1.1.1. Tipos de motores: Combustión interna, Eléctricos, Rotativos

Combustión interna	<p>Existen motores de combustión interna de gasolina o diésel.</p> <p>Los motores de combustión interna de gasolina basan su funcionamiento en la compresión de una mezcla de combustible y aire en una cámara donde se inflama. Esta reacción química es la que produce la obtención de la energía.</p> <p>En el caso de los motores diésel, el aire es comprimido en una cámara, de forma que adquiere una gran temperatura, y después es inyectado el combustible, consiguiendo que se inflame.</p>
Eléctricos	<p>El motor eléctrico incorporado a los vehículos supone un gran avance en la industria automovilística. Hay que destacar que los motores eléctricos no generan gases contaminantes. Sin embargo, el problema que suponen los motores eléctricos es que tienen una autonomía limitada. Por ello, se utilizan los <b>vehículos híbridos</b>.</p>
Rotativos	<p>Los motores rotativos son motores de combustión interna donde el cigüeñal va fijo y el rotor es el que gira alrededor del mismo, haciendo cambiar el tamaño de la cámara mediante su giro y produciendo así el ciclo de compresión y encendido.</p> <p>Sin embargo, en la actualidad los motores rotativos han quedado obsoletos debido principalmente a su escaso par motor, alto consumo de combustible y elevado nivel de emisiones de CO2.</p>



Mazda sigue trabajando en la mejora de los motores rotativos

## Ampliación motores eléctricos

Existen automóviles destinados al transporte que ya utilizan motores eléctricos. Sin embargo, los motores eléctricos tienen una autonomía limitada y, por eso, suelen ir combinados con motores diésel generalmente, de modo que no suelen ser puramente eléctricos sino híbridos.

Los automóviles destinados al transporte de mercancías con motor eléctrico suelen ir destinados al transporte en núcleos urbanos puesto que su autonomía puede ser de unos 120 km y en transportes por carretera serían insuficientes. También se suelen utilizar en zonas sensibles o protegidas puesto que no emiten ruidos ni contaminantes.

Un buen ejemplo de vehículo de transporte que puede ser eléctrico es el de reparto de leche porque además va haciendo numerosas paradas y el motor eléctrico evita ese gran consumo de combustible al arrancar de nuevo y sus correspondientes emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Del mismo modo, los camiones de basura son excelentes candidatos a utilizar propulsión eléctrica ya que la mayor parte del tiempo que están trabajando se encuentran detenidos, arrancando o a ralentí.

De hecho, ya se utilizan camiones destinados a la recogida de basuras de funcionamiento eléctrico en ciudades como París. También se utilizan ya en ciudades españolas como, por ejemplo, Bilbao. Se calcula que la utilización de un motor eléctrico en lugar de uno diésel en un vehículo de este tipo, por ejemplo, puede reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 130 t al año. Igual de importante es el hecho de que se reduce en gran medida el ruido que produce, dato a tener en cuenta tratándose de un vehículo que suele circular de noche.

Asimismo, se prevé que autobuses eléctricos transporten a viajeros en el aeropuerto de Amsterdam. Estos autobuses ya se utilizan en otros lugares como la isla de Schiermonnikoog, provincia de Friesland. Son autobuses con autonomía de 300 km con una sola carga. El principal problema de los automóviles puramente eléctricos es que una vez agotada la batería, son necesarias unas seis horas para su recarga y un vehículo de este tipo parado genera unos costes adicionales aunque su circulación sea más económica.

Sin embargo, en la actualidad se está trabajando para implantar un proyecto piloto en algunos tramos de carretera de Europa y Estados Unidos para abaratar el transporte por carretera y hacerlo más limpio. Se trata de utilizar una red de catenarias a las que se conectarían los camiones híbridos, de forma que en esos tramos el camión circularía con la energía eléctrica procedente de fuentes renovables, sin gastar combustibles fósiles ni emitir gases contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, la infraestructura necesaria es bastante costosa y de gran envergadura para su primera implantación. Además, sería necesario destinar un carril de las autovías y autopistas a los vehículos provistos de esta tecnología.



Otra opción posible es que la alimentación eléctrica se consiga con un sistema de recarga por inducción desde el asfalto. Esta opción supone la necesidad de instalar un bobinado bajo el asfalto que permita dicha recarga por inducción. El día 6 de agosto de 2013 se empezó a utilizar este sistema en autobuses de la ciudad de Gumi, en Corea del Sur. El sistema consiste en cables enterrados en el asfalto, estos cables producen campos electromagnéticos que son recogidos por dispositivos especiales instalados en los autobuses que los convierten en electricidad. Es la primera vez que se utiliza este sistema de recarga inalámbrica en transporte público, aunque ya se había probado en un parque de atracciones de Seúl.

La utilización de energía eléctrica en el transporte por carretera supone una gran ventaja, principalmente en las subidas porque es donde más se eleva el consumo de combustible y, por tanto, las emisiones de gases contaminantes.

### 1.1.2. Componentes estáticos del motor de combustión: tapa de balancines, culata, bloque motor y cárter

Todos estos componentes, como su propio nombre indica, no se mueven durante el funcionamiento del motor, permanecen fijos.

- ↪ **Tapa de balancines.** Su función es cerrar la parte superior del motor para proteger los elementos móviles y evitar el escape del lubricante necesario para su movilidad. Su unión con la culata es estanca.
- ↪ **Culata.** Su misión es cerrar la cámara de combustión y servir de asiento a las válvulas. Tiene una pared doble para posibilitar el paso del líquido refrigerante. Va unida al bloque motor mediante tornillos y la junta de culata.
- ↪ **Bloque motor.** Alberga a los cilindros del motor, al cigüeñal, las bielas y los pistones. Posee también unas cavidades que permiten el paso del líquido refrigerante y otras para el aceite de lubricación.
- ↪ **Cárter.** Su misión es cerrar por la parte inferior el bloque motor y contener y recoger el aceite lubricante del motor.

El **árbol de levas** puede ir montado en la culata o en el bloque motor, dependerá del tipo de motor del que se trate.

### 1.1.3. Elementos móviles del motor: pistón, biela, cigüeñal, volante de inercia y mecanismo de distribución

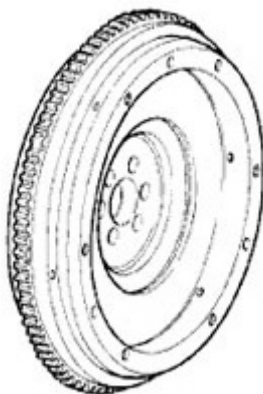
Estos elementos móviles del motor son los que consiguen obtener la energía mecánica a partir de energía térmica.

- ↪ **Pistón.** Con la inflamación del combustible, este elemento es impulsado por su parte superior provocando un movimiento rectilíneo hacia abajo y transmitiendo su fuerza al cigüeñal a través de la biela.



**Características** principales del pistón: **alta resistencia** (puesto que ha de aguantar grandes presiones y altas temperaturas), **pequeña masa** (para minimizar los efectos de inercia producidos por la elevada velocidad a la que se desplaza), **tolerancia** de medidas muy **pequeña** (ya que tiene que ajustarse perfectamente al cilindro para que sea estanco) y **bajo coeficiente de dilatación térmica** (para que no cambie sus dimensiones con las altas temperaturas que alcanza).

- ↪ **Biela.** Es el elemento de unión entre el pistón y el cigüeñal. Su misión es transmitir la fuerza del pistón al cigüeñal. Gracias a esta pieza el movimiento rectilíneo del pistón se transforma en un movimiento rotativo, el del cigüeñal.
- ↪ **Cigüeñal.** El cigüeñal es el eje principal del motor. Recibe, a través de la biela, la fuerza generada en la combustión y transmitida al pistón. El cigüeñal transforma esa fuerza recibida en el par motor a través de su movimiento rotativo. Con su movimiento, gracias de nuevo a la biela, hace que el pistón vuelva a moverse de forma rectilínea hacia arriba para volver a su posición inicial.
- ↪ **Volante de inercia.** Es una pieza circular de masa elevada, que va unida al cigüeñal. Su función es regular el giro del motor mediante la fuerza de inercia conseguida por su gran masa.



- ↪ **Mecanismo de distribución.** Está formado por diversos elementos y su misión es regular el funcionamiento de las válvulas para que se abran y cierren en el momento adecuado. De este modo, se regulará correctamente la entrada y salida del aire y el combustible y de los gases que se producen.

### 1.1.4. Funcionamiento básico del motor. Ciclo de funcionamiento

Se va a analizar el funcionamiento de un motor de combustión interna de gasolina, concretamente de cuatro tiempos, puesto que el motor diésel se analizará más adelante.

Los cuatro tiempos que forman un ciclo completo en el funcionamiento de un motor de este tipo son:

1. Admisión. El pistón comienza a descender, provocando la aspiración de la mezcla de aire y combustible. En esta fase, la válvula de admisión se abrirá, permitiendo el paso de la mezcla hacia la cámara.
2. Compresión. Cuando se llena la cámara, el pistón llega a su PMI y se cierra la válvula de admisión. Ahora empieza este segundo tiempo, donde el pistón comienza su carrera hacia arriba, comprimiendo la mezcla de aire y combustible que hay en la cámara o cilindro.
3. Combustión o expansión. En este tiempo es cuando se produce una chispa en la bujía, que provoca la explosión del combustible. Como consecuencia de dicha explosión, se produce el descenso de nuevo del pistón.
4. Escape. Es la fase en la que el pistón vuelve a subir y la válvula de escape se abre para dejar salir los gases producidos en la combustión que son empujados por el pistón hacia fuera en su ascenso.

En el **motor de cuatro tiempos** el pistón baja y sube dos veces por cada ciclo de combustión y en el **motor de dos tiempos** sólo lo hace una vez.

### 1.1.5. Cilindrada de un motor

La **cilindrada** de un motor es el volumen útil de todos los cilindros del motor. Y el **volumen útil de un cilindro** es el volumen que desplaza el pistón dentro del cilindro en su carrera, desde el PMI hasta el PMS.



La unidad de medida de la cilindrada coincide con la unidad de volumen, suelen utilizarse los centímetros cúbicos, las pulgadas cúbicas o los litros.

La fórmula de cálculo de la cilindrada de un motor es:

$$\text{Cilindrada total del motor} = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot n$$

Donde:  $r$  = radio de los cilindros

$h$  = carrera del pistón = distancia entre el PMS y el PMI

$n$  = número de cilindros



Para obtener la cilindrada en centímetros cúbicos a partir de la fórmula, habrá que incluir los valores del radio de los cilindros y de carrera del pistón en centímetros. Es importante que siempre se incluyan las unidades de todos los valores en la **misma unidad**.

La cilindrada da idea de la capacidad de trabajo del motor. Pero hay que tener en cuenta que mientras mayor cilindrada tenga el motor, mayor será su masa y su consumo de combustible. Y el sistema de suspensión y dirección, por ejemplo, deberán ser adecuados a esa masa del motor.



En camiones y vehículos grandes, es necesaria una gran cilindrada, ello conlleva que el motor sea grande y pesado, lo cual repercute en las características del vehículo.

### 1.1.6. Relación de compresión

La relación de compresión nos da una idea de la eficiencia termodinámica y la potencia del motor. Mientras mayor sea la relación de compresión del motor, mayor será la eficiencia termodinámica del ciclo y, por tanto, el rendimiento del mismo, así como la potencia específica.

[ Relación de compresión Y [ Eficiencia termodinámica + [ Potencia específica

A igualdad de relación de compresión, el ciclo Otto (ciclo del motor de combustión interna de gasolina) es más eficiente que el ciclo Diésel. Sin embargo, en motores de gasolina es muy difícil conseguir relaciones de compresión tan altas como en motores diésel.