

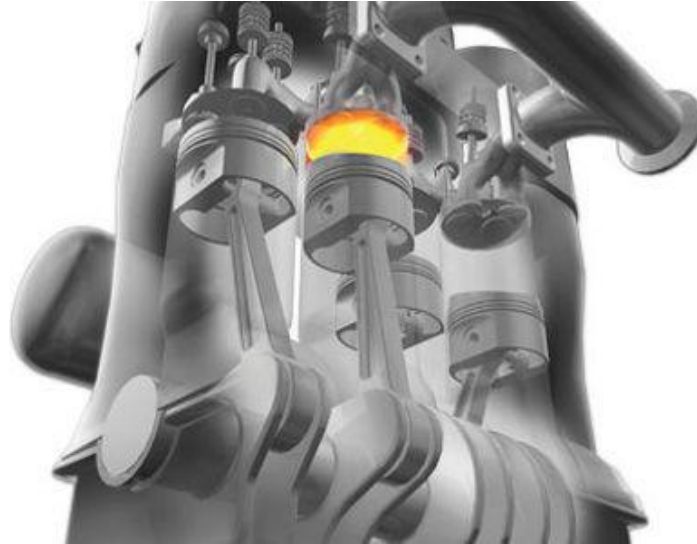
AUMENTO DE POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA



Proyecto de Motores
Autores:

Wilbert Casani
Josue Godoy
Damián Vitale

El motor de combustión interna de cuatro tiempos necesita mezclar una cantidad importante de oxígeno con el combustible para permitir que la combustión se realice en el interior de la cámara de combustión.



Para aumentar la potencia es necesario conseguir aumentar el consumo de aire mezclado debidamente con el combustible.

Por todo esto podemos aumentar la potencia solamente llevando a cabo alguna -o todas- de las siguientes posibilidades.

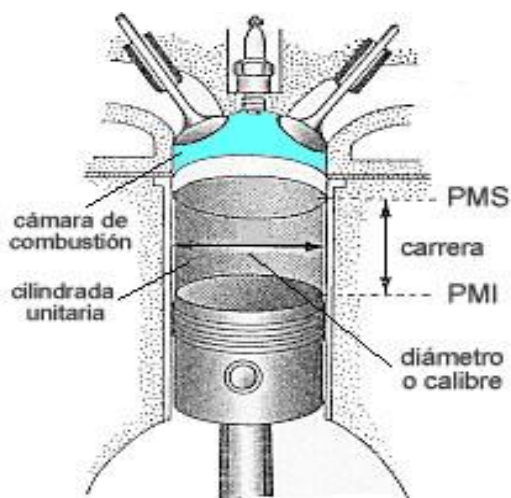
En todas ellas existe aumento del consumo de aire

1• Aumento de la cilindrada.

2• Aumento de la presión media efectiva.

3• Aumento del régimen de giro.

Aumento de la cilindrada



Por el aumento de cilindrada se consigue mayor potencia porque cuanto mayor sea la capacidad volumétrica de un motor, mayor será la cantidad de aire y combustible que llenará las cámaras de combustión, por lo tanto tendremos mayor consumo de aire.

Para aumentar la cilindrada existen tres caminos:

- **Aumentar el diámetro del cilindro.**
- **Aumentar la carrera del pistón.**
- **Aumentar el número de cilindros (cosa improbable en caso de modificar un motor existente).**

En cualquiera de los tres casos obtendremos mayor consumo de aire a igualdad de régimen de giro, de modo que en todos ellos podemos esperar el aumento de potencia con respecto al motor del que se parte. Ahora bien, el aumento de la cilindrada no siempre es aplicable fácilmente en todos los motores, ya que habría que modificar el block del motor y/o el cigüeñal, para lo cual sería necesario analizar cada motor en particular.

Aumento de la Presión Media Efectiva

La presión media efectiva se puede definir como el valor promedio de las presiones que se establecen en el interior de la cámara de combustión mientras ésta se está produciendo.

Dadas las características básicas que determinan el funcionamiento de un motor de explosión, la cantidad de energía calórica liberada en el momento de la explosión es tanto mayor cuanto mayor es la temperatura absoluta alcanzada en el momento del encendido de la mezcla.

Si se obtiene una considerable elevación de la presión en el interior de la cámara de combustión, se consigue como resultado un aumento considerable de potencia en el motor.

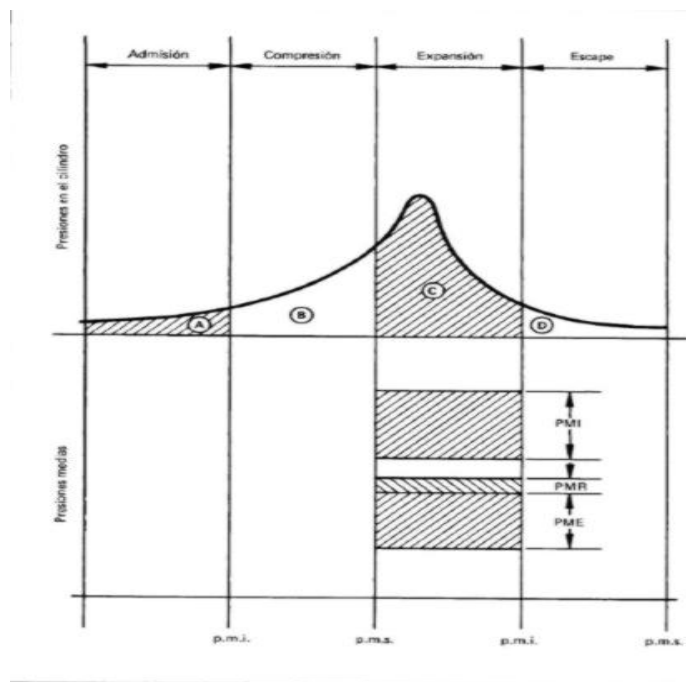


Fig. 1X-1.—Diagrama de presiones en el ciclo de un motor de explosión de cuatro tiempos.

Generalmente para aumentar la presión media efectiva se utilizan los siguientes procedimientos:

- **Aumentar la relación de compresión.**
- **Aumentar la entrada de la mezcla.**
- **Mejorar las condiciones de funcionamiento de las válvulas y sus conductos.**

Aumento del Régimen de Giro

Para lograr aumentar la potencia del motor también se lo puede someter a un aumento en el régimen superior al que está diseñado.

Esto dará como resultado un mayor consumo de aire, porque si en un minuto es capaz de girar 1.000 R.P.M. más rápido de lo estipulado habrá consumido mayor cantidad de la mezcla aire-combustible, y de esta forma habremos obtenido una notable mejora en la potencia con la misma cilindrada.

Para aumentar el régimen de giro el método más usado es de aligerar las masas que están en movimiento en el funcionamiento del motor, desde el volante de éste, cigüeñal, bielas y pistones, hasta la distribución y las válvulas.

Sin embargo esto es muy comprometido, porque consiste en el rebaje y eliminación de todas las partes de material que son más susceptibles de desecharse o despreciarse y que hacen que la pieza pese menos, por lo tanto que esté más sometida a los esfuerzos de inercia, efecto que crece extraordinariamente con el aumento de rotación.

Pero también presenta el peligro de debilitar las piezas si no se hace el rebaje de material en los lugares adecuados para lo cual existen piezas construidas en otros materiales más livianos con mayor resistencia como son las bielas de titanio, pistones forjados más livianos, etc.

TAPAS DE CILINDROS

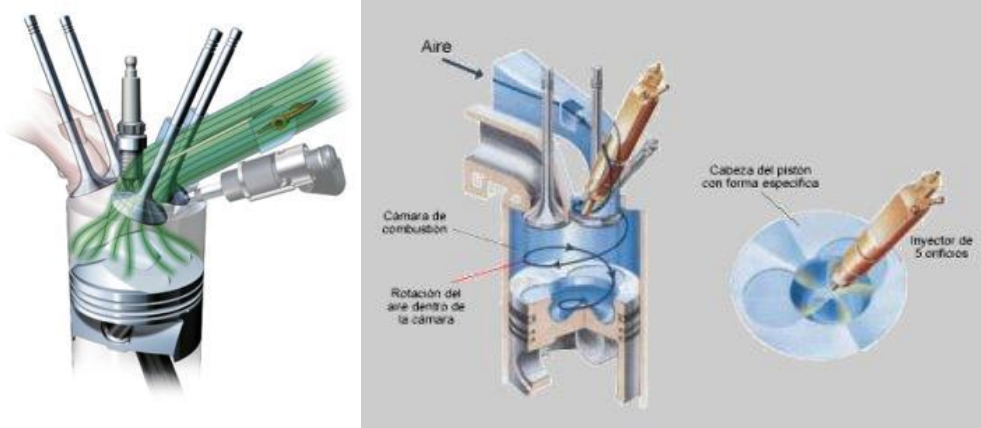


El trabajo realizado en una tapa de cilindros, es una de las fases más importantes en la preparación de un motor de explosión. En esta pieza, en la que se produce la entrada, control y salida de los gases, es donde podemos hacer más cosas y con mayor efectividad para obtener un considerable aumento de potencia.

En la tapa de cilindros se pueden hacer modificaciones en:

- **Cámara de combustión**
- **Válvulas**
- **Conductos de admisión y escape**

Cámara de Combustión



La cámara de combustión es donde se produce el fenómeno de la conversión de la energía térmica que contiene el combustible en energía cinética de la tapa de cilindros cedida al pistón, por lo que esta zona es la más importante del motor, sin la cual cualquier otro mecanismo, dispositivo mecánico o eléctrico no tiene sentido.

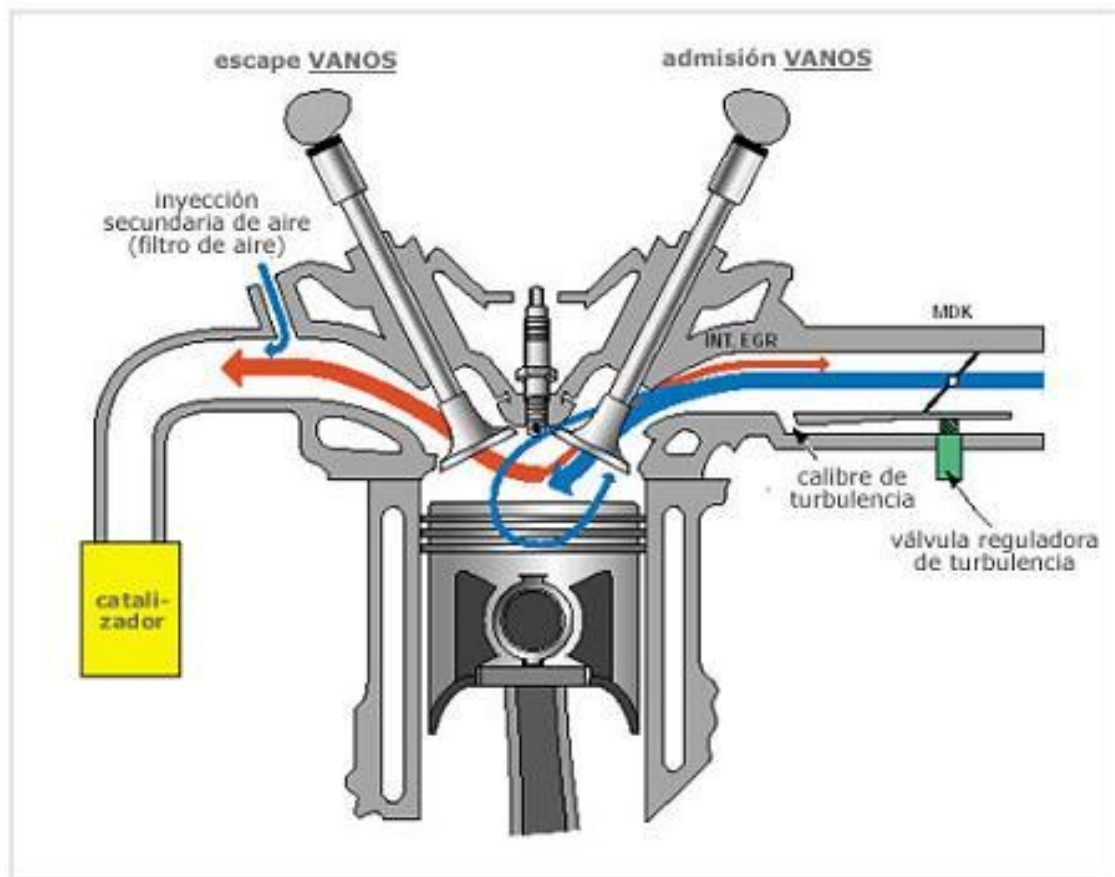
Esto da una idea de la respuesta tan importante en el rendimiento y la potencia, al modificar y mejorar este punto.

La cámara de combustión de un motor a explosión naftero de cuatro tiempos se compone de un sistema de válvulas para determinar en cada momento la entrada y salida de los gases, además de disponer de un sistema eléctrico de chispa que controla el inicio de la explosión.

Por lo tanto, debe hallarse precedido de un buen sistema de carburación y un sistema de encendido de alta tensión para iniciar el completo quemado de la mezcla.

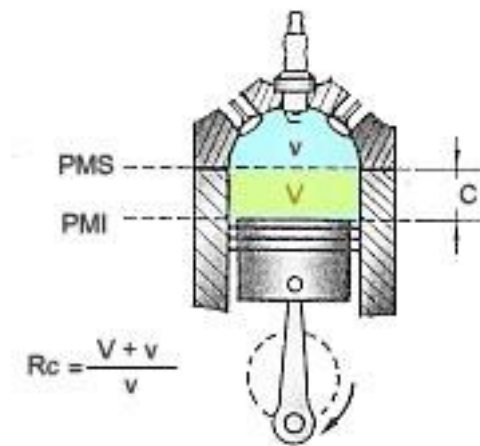
Todos estos elementos trabajan con exclusividad para el mejor rendimiento del motor.

La forma interna de la cámara de combustión tiene mucha importancia en lo que respecta al aumento de la relación de compresión. Toda cámara dotada de una forma interna en donde la mezcla pueda realizar rápidos giros de turbulencia, estará en las mejores condiciones para conseguir un más rápido quemado de la mezcla, por lo que se puede admitir unas relaciones de compresión más elevadas.



Relación de Compresión

Es un tema muy importante a tener en cuenta en la cámara de combustión, pues al tener mayor índice de compresión, tanto mayor es el rendimiento del motor, porque mayor es el aprovechamiento energético del combustible y tanto mayor son los HP que se pueden extraer de una misma cantidad de combustible.



Sin embargo, cuanto mayor es la relación de compresión, mayores son las tensiones que se forman en el interior de la tapa de cilindros, mayor la temperatura del conjunto mecánico y mayores son los problemas con la mezcla explosiva que tiene tendencia al picado o pistoneo. Por eso la relación de compresión máxima aconsejada para los tipos de combustibles de surtidor es de 11:1, mientras que para los motores sobrealimentados es por lo general de 8,5:1 como máximo.

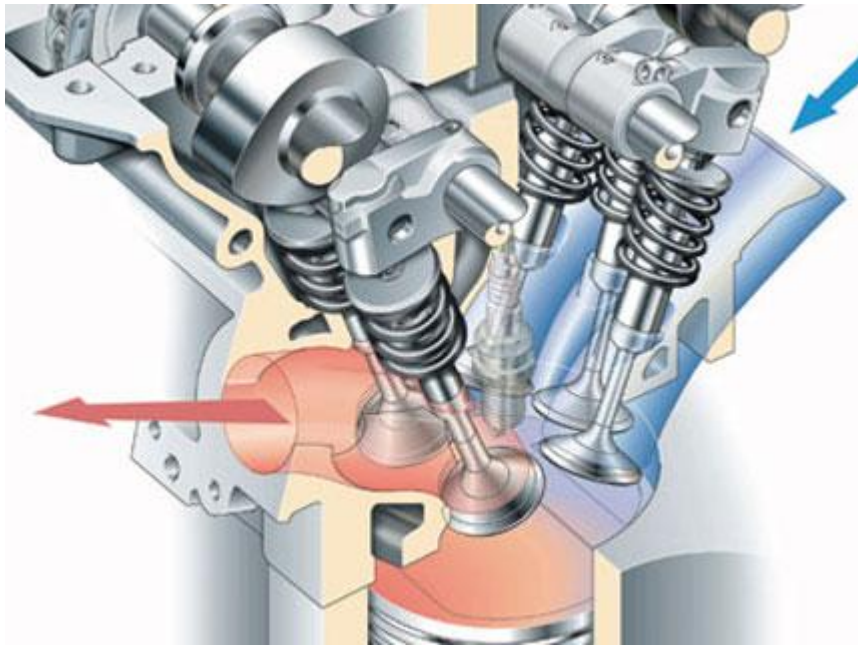
Para darle mayor compresión a la cámara de combustión, lo que se hace comúnmente es rebajar la tapa de cilindros o también colocar pistones más altos, de manera que al ser más altos reducen la cámara de combustión, con lo que aumenta la compresión.

Las Válvulas

Para lograr aumentar la potencia del motor, se debe conseguir que circule por la cámara de combustión la mayor cantidad de mezcla explosiva posible.

En este sentido, los conductos por los que pasa la mezcla son controlados por las válvulas.

La mayor circulación de gases frescos depende del diámetro que posean las copas o cabezas de las válvulas porque de ellas depende la mejor respiración de cada uno de los cilindros, así como la cantidad y velocidad de los gases que circulan a través de la cámara.



Para lograr aumentar la potencia se colocan válvulas más grandes previa modificación de los asientos en tamaño y ángulos.

Normalmente la válvula de admisión es aproximadamente un 15% más grande en diámetro que la de escape.

En buena parte, ello se debe a que resulta más sencillo expulsar los gases del cilindro que hacerlos ingresar a él.

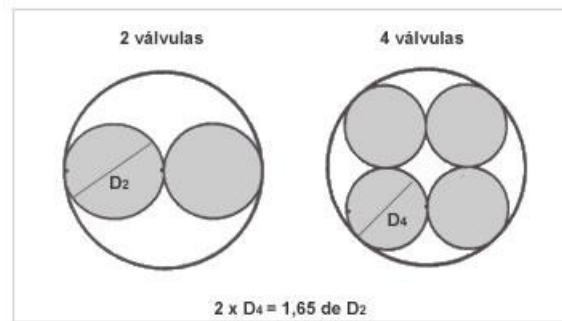
La velocidad media que deben tener los gases en el conducto para lograr el mejor llenado, no puede ser cualquiera. Para máximo par está en el orden de los 40-50 m/seg, mientras que para máxima potencia en 65-75 m/seg.



Esto condiciona el diámetro de las válvulas, si son grandes el motor tenderá a rendir a altas R.P.M. y si son chicas, ocurrirá lo contrario.

Cuando las R.P.M. no presentan un problema, la limitación en potencia con dos válvulas ocurre por no poder poner válvulas más allá de un determinado diámetro, sobrepasado el cual, la válvula de admisión y escape se tocarían.

La solución viene de la mano de colocar más de dos válvulas, generalmente dos de admisión y dos de escape, tecnología de la que disponen los autos de última generación.



La mejor distribución de superficies en la cámara, permite una mayor área para el pasaje de gases y una mejor distribución del flujo entrante en la cámara de combustión.

El hecho de disponer de válvulas más pequeñas y consecuentemente más livianas permite lograr perfiles de levas más favorables y que pueden operar sin inconvenientes a altas R.P.M.

Los Conductos de Admisión y Escape

Lo más efectivo que se puede realizar en los conductos para conseguir más potencia es que el aire de la gasolina gasificada que adquiere a la entrada del filtro de aire pierda la menor cantidad de velocidad posible en el momento de entrar, a través de su válvula (o válvulas) de admisión al interior de la cámara de combustión. Lo que se trata de lograr es aumentar la presión de ingreso de la mezcla en la cámara es decir, la presión de admisión. Ante muy pequeños aumentos de valores de presión de admisión se obtienen aumentos considerables de potencia. Sin embargo, esta misma situación no se da en los conductos de escape porque aumentando la depresión en éste, sólo conseguiremos una mayor y más larga llama de salida.

Es por eso que el mayor interés debe centrarse sobre los conductos de admisión.



Éstos deben permitir el paso de la mezcla a la mayor velocidad y con la menor resistencia posible a su paso.

Además, han de tener una geometría que propicie la turbulencia de la mezcla cuando ésta penetra en el interior de la cámara de combustión a través de la válvula de admisión.

Es por eso que la forma y pulido de los conductos, de manera que orienten debidamente el paso de la mezcla, conforman lo de mayor importancia para lograr más potencia.

Para que la mezcla se queme lo más rápido posible, es necesario que esté dotada de un movimiento intenso de revolución sobre sí misma en el momento en que salte la chispa de encendido, porque esto hace que el frente de llama avance de manera fulminante. Este movimiento es posible gracias a la forma de los conductos de admisión en combinación con la cámara de combustión. Es por ello que se hace fundamental mejorarlos para conseguir aumentar los HP

En los conductos de escape, lo que interesa es que los gases quemados salgan lo más rápidamente posible y de un modo que no se produzcan turbulencias en las paredes ni frenos para su salida.



La prolongación de estos conductos es el múltiple de escape, que tiene una principal importancia en los gases quemados ya que de su forma depende el rendimiento del motor, ya sea a bajas o altas R.P.M. según se trate del tipo de múltiple del diámetro del escape y que esté sincronizado con el orden de encendido.



Por lo general, para mejor rendimiento a bajas R.P.M. se usan múltiples cortos del tipo 4 en 2, y para altas R.P.M. se utilizan largos del tipo 4 en 1. En lo que hace a la elección del silenciador, conviene tener en cuenta que, por lo general restan potencia por el frenado a que someten a los gases, pero esta ligera pérdida de potencia no está ni mucho menos, en relación directa con el ruido.

Árbol de Levas

El árbol de levas es uno de los ejes principales del motor de explosión de cuatro tiempos y está destinado a controlar los momentos de apertura y cierre de las válvulas ya sea por medio de órganos intermediarios (balancines) o bien actuando directamente sobre las válvulas.



El camón o perfil de las levas, influye decisivamente sobre el rendimiento la velocidad de giro y potencia del motor, por lo que se pueden obtener una serie de modificaciones muy importantes para mejorar la performance del motor en la alzada de las válvulas, el tiempo de permanencia de la válvula abierta y la velocidad de cierre.



Gracias al perfil se determina el diagrama de distribución y las condiciones de funcionamiento de las levas. En consecuencia, para potenciar se debe modificar el perfil de levas o cambiar el árbol

La elección del árbol de levas comprende un planteamiento previo sobre hasta dónde se pretende llegar en la preparación del motor.

Esto se debe a que la modificación de la distribución comporta, a la vez que un aumento de potencia, un traslado de los valores de par máximo dentro del régimen de giro, lo que puede hacer que el auto adquiera de forma automática, unas características de conducción muy diferentes, y en ocasiones muy complicadas.

Esto es así debido a que, a medida que se aumenta la potencia en los altos regímenes, se desmerece la potencia a bajas vueltas del motor.

Todos estos defectos y virtudes se deben a la modificación de los ángulos de levas, es decir, a la elección del árbol de levas.

Generalmente, los árboles se denominan de acuerdo con sus valores de avance y retraso nombrando primero la admisión y comenzando por el avance de ésta; y luego el escape comenzando también por el avance de apertura de escape y terminando por su retraso.

Si tenemos un árbol de levas de competición 40-80-80-40 es:

AAA= Avance Apertura Admisión: 40° antes del P.M.S.

RCA= Retraso Cierre de Admisión: 80° después del P.M.I.

AAE= Avance Apertura de Escape: 80° antes del P.M.I.

RCE= Retraso Cierre de Escape: 40° después del P.M.S.

La permanencia de una leva es el intervalo en grados del cigüeñal que permanece abierta una válvula.

Las permanencias vendrán medidas por:

Permanencia de Admisión= AAA + RCA + 180°

Permanencia de Escape= AAE + RCE + 180°

El ángulo de cruce u overlap será:

Overlap= AAA + RCE.

Como referencia, digamos que una permanencia normal para un motor de calle convencional está en el orden de los 260°; que un motor "picante" está en los 280° y que uno de competición puede alcanzar los 320°.

Los ángulos de AAA, RCA, AAE y RCE estarán en correspondencia a esos valores.

Un valor que es muy interesante considerar, es donde se ubican las alzas máximas de cada válvula ya que es un valor que varía muy poco para cualquier tipo de motor de alta performance, que por lo general es de $108^\circ \pm 2^\circ$ para admisión y escape, después y antes del P.M.S. respectivamente, porque a este valor le corresponde las proximidades de la mitad de la carrera del pistón, donde la mezcla adquiere la mayor velocidad de pasaje.

Autos levemente preparados

Si el aumento de potencia que se pretende, es una mejora leve en un motor de serie, que se desenvuelva con preferencia en un tráfico de ruta y no en el urbano, una solución que no ocasionará problemas, contendrá un consumo moderado y aumentará ligeramente la potencia, puede consistir en aumentar 5° todos los valores iniciales del gráfico de distribución.

Por ejemplo, si el motor de serie dispone de un árbol de levas de 25-65-65-25, más o menos frecuente en motores comerciales rápidos, se puede aplicar un árbol de levas de 30-70-70-30.

Si la alimentación ha sido corregida para mejorar el paso de la mezcla por los conductos, el aumento de potencia puede ser favorable y la conducción no va a perder sus virtudes.

De ahí en más, cuanto más sean los valores del árbol de levas, se conseguirá más potencia e inelasticidad de marcha a bajas vueltas por lo que será más del tipo competición.

Cuando lo que se pretende es conseguir un motor con el máximo poder de potencia, que se mantenga el rango de utilización en el orden de las 10.500 R.P.M. se puede llegar a usar árboles de levas con valores de hasta 55-85-85-55.

Estos motores no tienen potencia por debajo de las 6.500 R.P.M. o más, de modo que son inoperantes en la calle.

Carburadores - Carburación

Los carburadores son quizás el elemento más nostálgico y romántico en lo que hace a la preparación de motores de alta performance se refiere. Si bien han sido superados por la inyección electrónica, que consigue aunar todas las ventajas de la carburación y ninguno de sus inconvenientes, son más sencillos de preparar y modificar, ya que para la preparación de un motor de alta performance es necesario llevar a cabo varios reglajes para poner a punto, por lo que el carburador lo permite hacer con pocos elementos y el resultado se traduce en una mayor reacción y confiabilidad, aunque más inexacto debido a que es sensible a los cambios atmosféricos, los que la inyección regula perfectamente y con menor consumo. Pero para tener un sistema de inyección electrónica de alta performance es necesario contar con sofisticados y costosos equipos electrónicos como los tienen los autos deportivos de primer nivel. En los carburadores, los reglajes a



grandes rasgos, el 90% de los casos se ajustará al motor en cuestión y el 10% restante será por tanteo y en función de las condiciones atmosféricas, contra las cuales el carburador está desprotegido claramente. No es que el carburador no las pueda corregir; lo que no consigue, salvo los S.U. de campana o los Mikuni, entre otros, con una cierta capacidad de auto compensación, es hacerlo de forma automática, como los equipos de gestión electrónica centralizada. No obstante, es necesario asegurar una buena progresión desde el ralentí, que debe ser estable y seco. Esto empieza por el surtidor de ralentí (gicleur de baja), los tornillos de progresión o reguladores de baja, el nivel de la cuba, el tubo de emulsión, el surtidor principal (gicleur de alta) y su corredor de aire y, sobre todo, el inyector de pique, su volumen de inyección por carrera y su orientación.

Función del Carburador

El primer objetivo de un carburador es realizar la mezcla de aire y combustible para un motor de forma rápida y completa. Lo ideal para una combustión completa es que se provea la mezcla aire - nafta en forma de vapor al interior del motor. Esto nos conduce al segundo objetivo del carburador, que es hacer pasar los gases a través de los conductos de admisión, ya que es determinante para la eficiencia de la combustión ya que la ubicación del o los carburadores tiene influencia primordial en el rendimiento y performance.

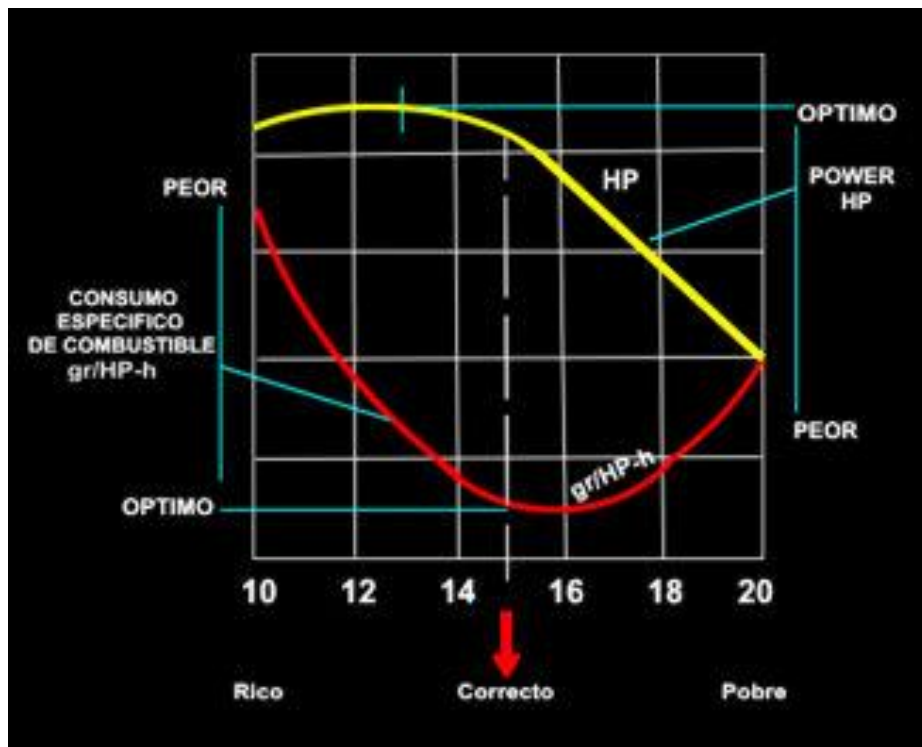
El Tercer objetivo del carburador es responder a los constantes cambios de velocidad del motor, resultante de la aceleración y desaceleración del vehículo, es decir, debe ser capaz de variar la cantidad de combustible suministrado al motor con relación a las diferentes velocidades y potencias requeridas.

Esto también requiere que la cantidad de aire pueda variar de acuerdo al combustible para proveer la mezcla necesaria.

La proporción teórica de aire-combustible para una completa combustión y bajo condiciones de laboratorio es de 15:1 por peso, es decir, 15 partes de aire por cada una de combustible.

Cuando el combustible es totalmente vaporizado, la proporción en volumen es entre 50:1 y 60:1, porque el vapor es tan denso como el aire. Sin embargo, el combustible podría tolerar un amplio rango de proporción de mezcla que varía entre 8:1 y 22:1 en peso.

La proporción estequiométrica aire-combustible no trae consigo máxima potencia ó mínimo consumo de nafta, estos dos requerimientos se obtienen en proporciones diferentes. Por ejemplo con proporciones de 12,5:1 y 16:1 respectivamente, como se puede ver en el siguiente gráfico.



Una mezcla pobre se quema considerablemente lenta dentro de la cámara de combustión y como resultado puede quemar el pistón y/o válvulas. Una mezcla rica puede causar rápidamente carbones que se forman en válvulas, pistón y cámara de combustión. Como así también puede empastar bujías y contaminar el aceite del motor, con el consiguiente desgaste prematuro de los cilindros. Los dos extremos incrementan las emisiones tóxicas en los gases de escape y no producen la potencia óptima para un motor; encontrar el punto justo es un trabajo que debe realizar un carburista, y para ello tiene como ayuda el color que presentan las bujías, o bien colocando una sonda; ya que el color del escape no es parámetro desde que las naftas vienen sin plomo.