

**Universidad Tecnológica Nacional**

**Facultad Regional La Plata**

**INGENIERIA MECANICA**

**CATEDRA PROYECTO FINAL**

*Calle 60 esquina 124 s/n.*

*La Plata - Buenos Aires - Argentina*

*Tel: +54-221-421-7578 / +54-221-489-0421 / 482-4855*



**Ingeniería Mecánica**

**CATEDRA  
PROYECTO FINAL**

# **Sistemas de admisión y escape**

**Alumnos:**

- **Aranda mauro**
- **Reverte juan pablo**

**Profesor: Juan José Muriel**

**Año: 2017**



---

## ***INTRODUCCION***

Como primera medida se puede definir al sistema de admisión y escape como el conjunto de los elementos recorridos por los gases a la entrada o a la salida de los cilindros, donde se van a producir diferentes fenómenos que llevan al funcionamiento de un motor.

## ***SISTEMA DE ADMISION***

El sistema de admisión suministra aire limpio para la combustión del motor. Consiste de la caja de filtros (si se utiliza), filtro de aire, tubería y conexiones al múltiple de admisión o turbocargador. Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio. La tubería de admisión debe de ser tan corta como sea posible tener la menor cantidad de restricciones para el flujo de aire. Codos muy pronunciados, tubería de diámetro pequeño o tuberías muy largas deben de ser evitadas. La caída de presión en la tubería más la restricción del filtro de aire no deben de exceder e máximo permitido de restricción de aire (verificarlo en las curvas de desempeño para cada modelo). Un sistema de admisión ineficiente afectará de manera adversa el desempeño, pudiendo introducir humedad al aire sin filtrar el motor, reduciendo la vida útil.

## ***SISTEMA DE ESCAPE***

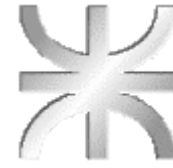
El sistema de escape hace salir los gases y el calor e impulsa el turbocargador en caso que lo requiera. Este sistema conduce gases del motor al exterior. Es importante porque ayuda a la expulsión de los gases del motor, a mejorar la combustión y la potencia final obtenida. Los gases producto de la combustión, son expulsados por el pistón en su carrera ascendente y salen a través de la válvula de escape al múltiple o conducto colector, de este, el sistema puede derivar en uno o varios catalizadores (motor vehicular) para disminuir las emisiones de los gases peligrosos y de allí al silenciador para disminuir el nivel sonoro del sistema. Pueden haber en el sistema uno o más sensores de distinta índole en combinación con una unidad de control y actuadores para controlar o para medir algún parámetro.

## ***FENOMENOS QUE SE PRODUCEN***

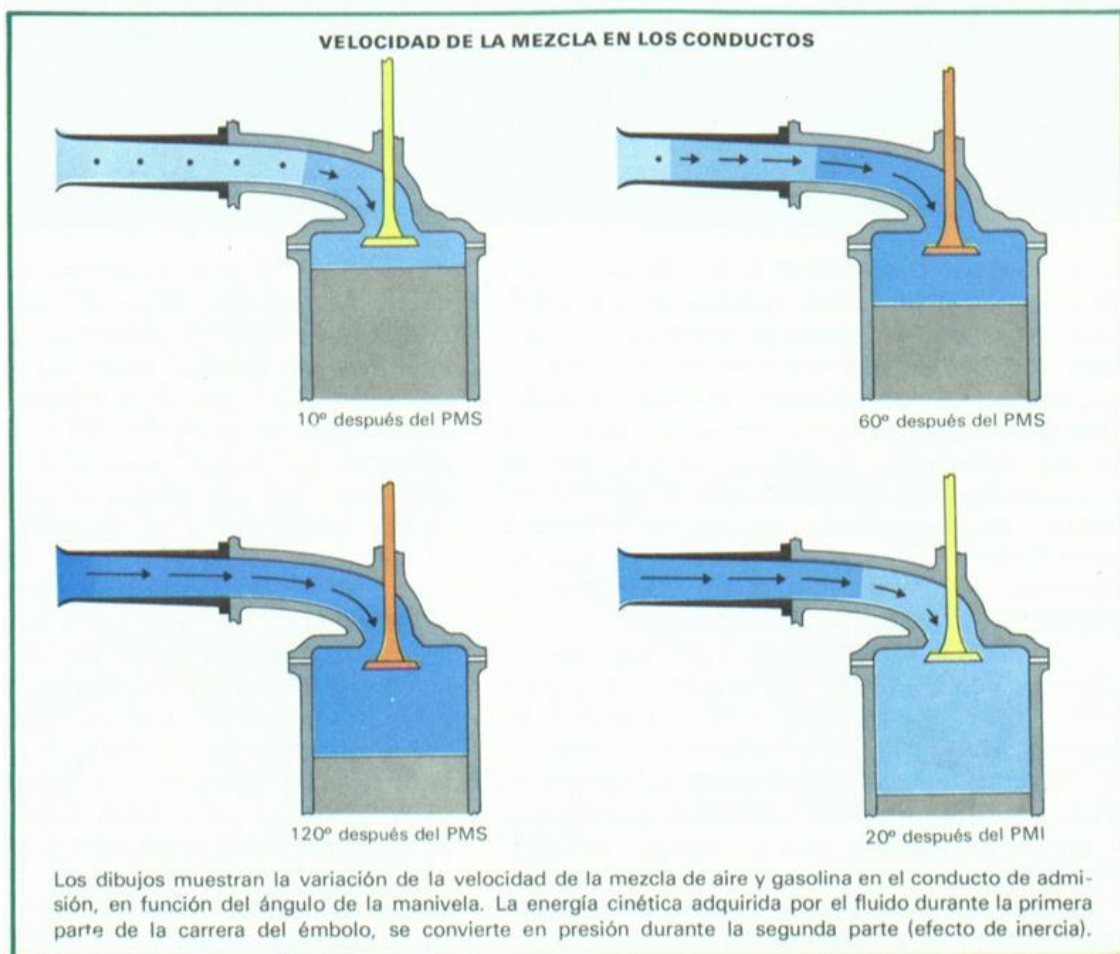
A lo largo de los conductos se producen fenómenos fluido dinámicos que afectan a la inercia y a la compresibilidad de la mezcla de aire y gasolina y de los gases de escape. Estos fenómenos tienen gran influencia sobre el llenado de los cilindros (y, por tanto, sobre la potencia que puede rendir el motor).

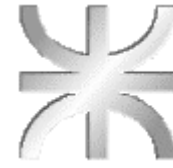
Para comprender mejor lo mencionado anteriormente, se hará un estudio del conducto de admisión de un motor monocilíndrico, a partir de las deducciones obtenidas podrán extenderse fácilmente a los motores de varios cilindros.

Al iniciarse la fase de admisión, cuando la válvula correspondiente está suficientemente abierta y el émbolo se aleja del punto muerto superior, se produce en el conducto de admisión, cerca de la válvula,



una depresión, mientras la mezcla de aire y gasolina entra en movimiento y empieza a llenar el cilindro. Progresivamente, esta perturbación se propaga a lo largo del conducto y afecta a una porción cada vez mayor de aire que se enrarece y va aumentando su velocidad. El pistón incrementa simultáneamente su velocidad y, por tanto, crea una depresión cada vez mayor. Hacia la mitad de la carrera, todo el fluido del conducto está ya en movimiento hacia el cilindro. A partir de este momento, el pistón empieza a disminuir de velocidad hasta anularse ésta en el punto muerto inferior, mientras el fluido que continúa entrando en el cilindro convierte su energía cinética en energía de presión. Durante esta fase se recupera, salvo las inevitables pérdidas por rozamientos y turbulencia, la energía invertida al principio para acelerar la corriente de aire. Entretanto, la onda de depresión, que se propaga a la velocidad del sonido, llega al extremo Ubre del conducto, en contacto con el ambiente, y se refleja cambiando de signo, es decir, la depresión se convierte en compresión. Esta onda de compresión rebasa, a la velocidad del sonido, el conducto, y conviene que alcance el cilindro antes del cierre de la válvula.





---

En definitiva, durante la fase con la válvula abierta se producen principalmente 2 fenómenos, llamados en general: ***efecto de inercia*** y ***efecto de onda***.

### ***Efecto de inercia***

La energía cinética adquirida durante la primera parte de la carrera de admisión del fluido en el conducto, se convierte en energía de presión durante la segunda parte, produciendo una compensación del rendimiento volumétrico.

### ***Efecto de onda sobre la fase de admisión***

Una perturbación de depresión parte de la válvula y se desplaza hacia el exterior del conducto, del lado de la atmósfera, donde se refleja y vuelve hacia la válvula como onda de compresión.

Además de estos efectos detallados anteriormente tenemos que nombrar el ***efecto de onda estacionaria que se desarrollan con la válvula cerrada***. Donde podemos ver que una vez cerrada la válvula, el fluido del conducto no permanece en equilibrio, sino que empieza a oscilar libremente. Al volverse a abrir la válvula de admisión (en el ciclo siguiente), la nueva excitación puede favorecer o no estas oscilaciones en el conducto, hasta crear, cuando se produce sincronía entre las oscilaciones y las excitaciones, una vibración estacionaria. ***Como es lógico, también este fenómeno puede influir en el rendimiento volumétrico del motor.***

### ***Longitud y diseño tubos de admisión***

Analizando con detalle cada uno de estos efectos, se advierte que el efecto de inercia es el más importante y se produce cualesquiera que sean las dimensiones del conducto. Si se considera éste como dispositivo capaz de crear energía cinética, parece lógico emplear diámetros reducidos, ya que la masa disminuye proporcionalmente: puesto que en la expresión de la energía cinética aparece el cuadrado de la velocidad, es conveniente emplear tubos estrechos y largos. Intervienen ciertas causas que impiden las exageraciones en este sentido; en efecto, además de las pérdidas de carga que se producirían en los tubos muy estrechos, resultaría imposible interesar (en el intervalo de tiempo de una fase de admisión) un tramo muy largo del conducto. Se comprende que el mejor resultado se obtendría con una solución intermedia, que tuviera en cuenta el número de revoluciones del motor y la frecuencia propia del resonador de Helmholtz constituido por la masa del fluido del conducto y la cavidad del cilindro.

En lo que respecta al diseño de los tubos de admisión y del múltiple de admisión, el material elegido es el aluminio, que es válido para las condiciones de presión y temperatura que se dan en la admisión de aire; además es un material ligero. El aluminio es preferible, ya que posee una serie de ventajas con respecto a otro tipo de materiales que hacen que sea el material más adecuado para utilizar en la fabricación del sistema de admisión.



### Longitud y diseño tubos de escape

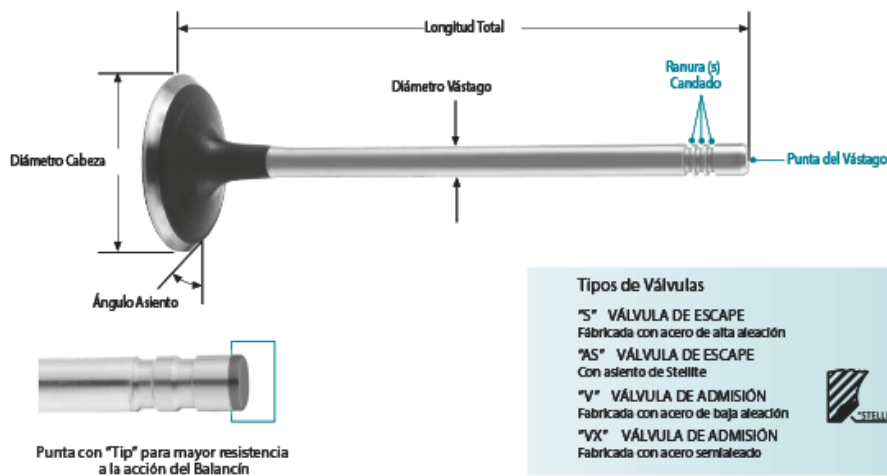
Como primera manera para la obtención del diámetro óptimo del tubo de escape se recurre a la experiencia de fabricantes de los mismos. Para un motor de este tipo, con modificaciones o mejoras solo en tubos de admisión y tubos de escape de competición, se adopta un diámetro nominal de tubo de escape de 1 ¼" (42,2 mm exterior, 3,56 mm de espesor). Con estas dimensiones aseguramos el correcto desalojo de los gases de escape.

Ahora bien para obtener altos rendimientos se necesita la utilización de tubos de escape largos de igual longitud, en grupos de tres, que se unen en sus extremos. En el punto de unión donde los tres tubos se unen, aumenta el área de la sección de pasaje de los gases de modo que las ondas de presión se liberan cuando las válvulas de escape se abren, y por lo tanto se reflejarán en este volumen de pasaje ampliado. Las ondas de presión viajan aguas arriba de los tubos de escape, a los puertos de escape cerrados, donde se reflejan de nuevo. El viaje de vuelta de la onda alrededor de la unión de los tubos, de vuelta a la lumbrera de escape, tarda un determinado tiempo tal que llega como una onda negativa cuando el pistón está en el PMS con la válvula de admisión abierta y la válvula de escape está empezando a cerrarse. Por lo tanto, la interferencia de estas ondas de presión se puede utilizar para mejorar la extracción de los gases de escape residuales del cilindro hacia el final del ciclo de escape.

### VALVULAS

#### ¿Que son las válvulas?

Las válvulas, más comunes, son una especie de clavos largos con una cabeza grande. La parte larga (vástago) la llamamos espiga o cola de válvula y a la cabeza: plato o cabeza de válvula.





***¿Con que material están fabricadas?***

Con aleación de aceros especiales, debido a que lo que se busca es soportar las altas temperaturas que provocan la fricción y los gases en su funcionamiento.



***¿Cuál es la función de las válvulas?***

Son las responsables por donde entra la mezcla de aire-combustible y por donde salen los gases residuales luego de la combustión que provoca el movimiento..

***¿Dónde están ubicadas las válvulas?***

Generalmente en la tapa de cilindros (en algunos países la llaman “culata”). El extremo ancho (la cabeza) se apoya en la misma tapa, en lo que se llaman asientos de válvulas y copian con absoluta precisión la forma de la cabeza para no permitir al cerrarse filtrar mezcla o gases.



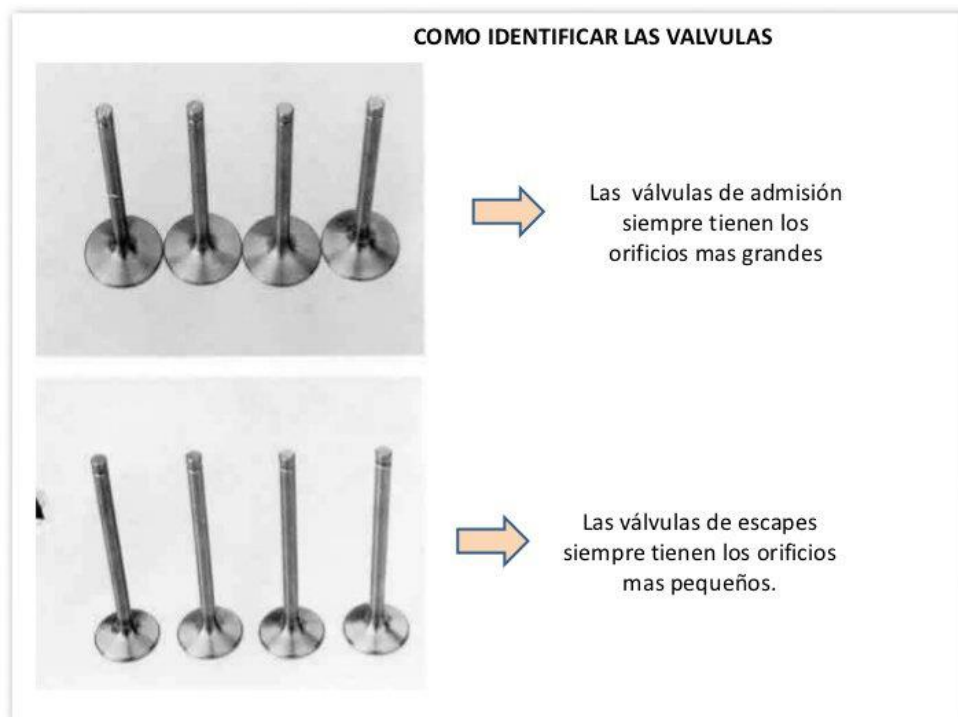




### ***¿Cómo identificar las válvulas?***

El funcionamiento de abrir y cerrar es comandado por el árbol de levas y resortes. Por su parte, el vástago (la parte larga) es la que funciona dentro de una guía.

El árbol de levas al “empujar” abre y el resorte retrae (cierra) el recorrido. En la siguiente imagen observamos cómo identificarlas.



### ***TIPOS DE VALVULAS***

#### ***Válvulas monometálicas***

Las válvulas monometálicas están hechas de un sólo material. Éste se selecciona de modo que sea idóneo para cumplir ambas especificaciones de requisitos: resistencia a altas temperaturas y buenas propiedades de deslizamiento.

Fabricadas racionalmente mediante proceso de extrusión en caliente o proceso de recalado.

#### ***Válvulas bimetálicas***

En una válvula bimetálica pueden combinarse un material sumamente resistente al calor (cabeza de la pieza) con otro material para vástagos que puede endurecerse por temple (extremo del vástago) y que



posea adicionalmente buenas propiedades deslizantes para guiar la válvula. La fusión de los materiales se efectúa mediante soldadura por fricción.

Hacen posible la combinación ideal de materiales tanto para el vástago como para la cabeza.

### ***Válvulas huecas***

Las válvulas huecas se emplean sobre todo para reducir la temperatura en una zona particularmente vulnerable, como es el sector de la moldura hueca, y por ello están llenas de sodio (punto de fusión 97,5° C), puede transportar calor desde la cabeza de la válvula hasta el vástago, a través del efecto agitador del sodio líquido, y lograr una disminución de la temperatura entre 80° hasta 150°C.. El efecto secundario positivo que se aspira alcanzar es la reducción del peso. Las válvulas de admisión huecas y vacías se emplean sólo con el objetivo de reducir las masa

Sirven por un lado para la reducción de peso y por otro para la disminución de temperatura. Además de la clasificación que se brindó anteriormente, se puede ver que existen:

- Válvula de hongo
- Válvulas de pistón
- Válvulas rotativas
- Válvulas deslizantes

Las válvulas de pistón se utilizaban en el pasado y dejándose sin efecto en el presente debido al alto costo de la fricción y de su efecto en el consumo de combustible.

Algunas ventajas de las válvulas de hongo sobre otros tipos es que dan valores mayores de área de flujo hacia el cilindro, tienen excelentes coeficientes de flujo si están bien diseñadas, el costo de fabricación es menor, tiene poca fricción y requieren poca lubricación en relación a otras

La desventaja que presentan es el calentamiento de la válvula de escape.

**Aclaración: En los motores de 2 tiempos, se usan lumbrreras controladas por el movimiento del pistón ya sea exclusivamente o en combinación con válvulas de hongo.**

### ***CAPACIDAD DE FLUJO DE LA VALVULA DE ADMISION***

Para motores de cuatro tiempos el índice de Mach es crítico en válvulas de admisión.

Este índice se define así

$$Z = \frac{A_p}{A_i} \frac{S}{C_i a}$$

Donde:

$A_p$  = Area de pistón.

$A_i$  = Area nominal de la válvula de admisión tantas veces como números de válvulas.

$D$  = Diámetro externo de la válvula.

$S$  = Velocidad media del pistón.





$a$  = Velocidad del sonido en los gases de admisión.

$C_i$  = Coeficiente de flujo medio basado en área.

Para mantener un alto rendimiento volumétrico, el valor de  $Z$  no debe exceder de 0,6 con un valor mínimo de 0,4. Para condiciones de ralentí este valor puede tener como mínimo de 0,25.

**CAPACIDAD DE FLUJO DE LA VALVULA DE ESCAPE**

La capacidad de la válvula de escape puede ser menor que la capacidad de la válvula de admisión, para asegurar una capacidad de válvula de admisión más viable, el compromiso de un buen diseño, es hacer la relación de las capacidades de flujo de ellas entre 0,70 y 0,75.

Asumiendo iguales coeficientes de flujo e igual número de válvulas de escape y de admisión resulta un diámetro de válvula de escape entre 0,83 a 0,87 del diámetro de la válvula de admisión.

**CAPACIDAD DE VALVULA Y DISEÑO DE TAPA DE CILINDRO**

A continuación se mostrara un cuadro donde nos indica una reseña histórica con los valores adoptados de capacidad de válvulas para un motor 4t.

Estos fenómenos tienen gran influencia sobre el llenado de los cilindros (y, por tanto, sobre la potencia que puede rendir el motor).

Clase	Naftero o Diesel	Admision						Escape				Aesc/ Aadm	
		Num	dadm/dcil		aadm/acil		Num	dadm/dcil		aadm/acil		max	min
			max	min	max	min		max	min	max	min		
Pequeño	N	1	0,58		0,34			0,53		0,28		0,82	0,82
Auto pasajero	N	1	0,49	0,39	0,24	0,15	1	0,41	0,36	0,17	0,13	0,85	0,83
Automotor diesel	D	1	0,49	0,45	0,24	0,2	1	0,39	0,31	0,15	0,1	0,75	0,7
	D	2	0,34	0,34	0,23	0,23	2	0,34	0,34	0,23	0,23	1	1
Locomotora diesel	D	2	0,35	0,32	0,24	0,2	2	0,35	0,31	0,24	0,19	1	0,83
Grande	N	2	0,31	0,3	0,19	0,18	2	0,31	0,3	0,19	0,18	1	1
Diesel mediano	D	2	0,32	0,3	0,2	0,18	2	0,3	0,3	0,18	0,18	1	1
	D	1	0,42	0,4	0,18	0,16	1	0,4	0,37	0,16	0,14	1	0,78
Auto de competición	N	1	0,63	0,53	0,4	0,28	1	0,63	0,55	0,4	0,3	1	0,72
	N	2	0,39	0,37	0,3	0,27	2	0,36	0,35	0,26	0,25	0,92	0,85

Donde :

Dadm: diámetro exterior válvula de admisión

Desc: diámetro exterior válvula de escape

Dcil: diámetro del cilindro

Los demás datos que se pueden ver son áreas teniendo en cuenta los diámetros que se denotaron en el párrafo anterior.



## Para nuestro motor estacionario

Con los datos obtenidos a través de distintas mediciones en el motor se puede calcular

- $D_{adm}/D_{cil} \approx 0,44$
- $D_{esc}/D_{cil} \approx 0,44$
- $A_{adm}/A_{cil} \approx 0,196$
- $A_{esc}/A_{cil} \approx 0,196$
  
- **$A_{esc}/A_{adm} \approx 1$**

## TAPA DE CILINDRO

### Tapa de cilindro plana

Casi todos los motores diesel de 4T y los motores de gas usan tapas de cilindro planas. Esta elección se basa en que se tiene en cuenta la geometría de la cámara de combustión y la simplicidad del mecanismo de válvulas.

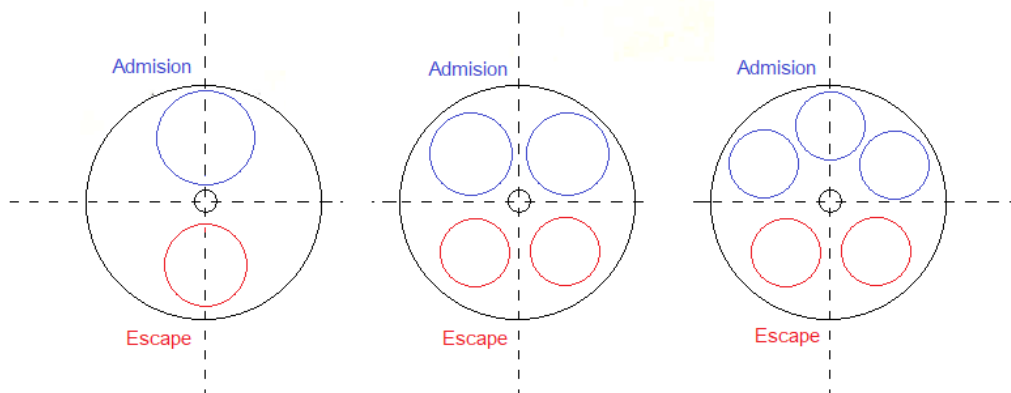
Es evidente que la capacidad de flujo de válvula con una tapa de cilindros plana puede ser adecuada para todos los motores excepto aquellos de alta velocidad de pistón.

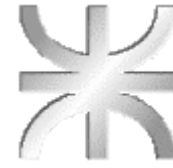
Se puede lograr un aumento apreciable en el diámetro de las válvulas haciendo el diámetro de la tapa mayor que el del cilindro.

Sorprendentemente la proximidad de la válvula con el diámetro del cilindro no reduce su capacidad de flujo.

La siguiente figura muestra la relación viable de diámetros de válvula y cilindro para una tapa plana con una relación de áreas admisión escape de 0,87. Debajo de la figura se indican los valores de velocidad límite de pistón para  $Z = 0,6$ , velocidad del sonido = 1200 pies/seg. (366 m/seg) y un valor de  $C_i$  de 0,35. El coeficiente de flujo asumido puede alcanzarse con un buen diseño de la válvula de admisión y su conducto y con una relación alzada/diámetro de 0,25.

En todos los casos el huelgo con el diámetro es 0.03d, entre válvulas es de 0.12d excepto 0.133d entre 2 válvulas de escape.





ARREGLO	Dadm/Dcil	Desc/Dcil	Aadm/Acil	Velocidad de piston para z:0,6	
				ft/min	m/seg
2 valvulas	0,44	0,38	0,193	2900	14,7
3 valvulas	0,49	0,3	0,24	3620	18,4
4 valvulas	0,33	0,19	0,218	3300	16,7

### ***Tapa de cilindro hemiesferica***

Se usan cuando se requiere la máxima capacidad de válvulas, en motores de competición y de uso aeronáutico.

Las desventajas de esta cámara son:

Una mayor complejidad en la geometría del mecanismo de válvulas y mayor costo de fabricación.

Proveen una performance excelente cuando están limpias, pero se muestran proclives a la detonación cuando tienen depósitos acumulados.



### ***Tapa de cilindro en forma de cuna***

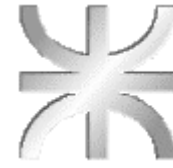
Tienen más o menos las mismas limitaciones de área de válvulas que las tapas planas de dos válvulas

Esta también es una tapa con geometría sencilla respecto a la simplicidad del mecanismo de válvulas (válvulas paralelas)

### ***Tapas L-F y T***

Estas cámaras no tienen limitaciones en la relación áreas de válvulas y pistón. Se trata de cámaras usadas antiguamente, aunque todavía perduran en algunos motores estacionarios.

Se las distingue según sea la disposición de las válvulas:



**Cámara en L:** Válvulas laterales, ambas del mismo lado del cilindro.

**Cámara en T:** Válvulas laterales una a cada lado del cilindro.

**Cámara en F:** Una válvula en cabeza (admisión) y la otra lateral. ***Posiblemente el primer arreglo empleado donde la válvula de admisión era automática y la de escape comandada.***

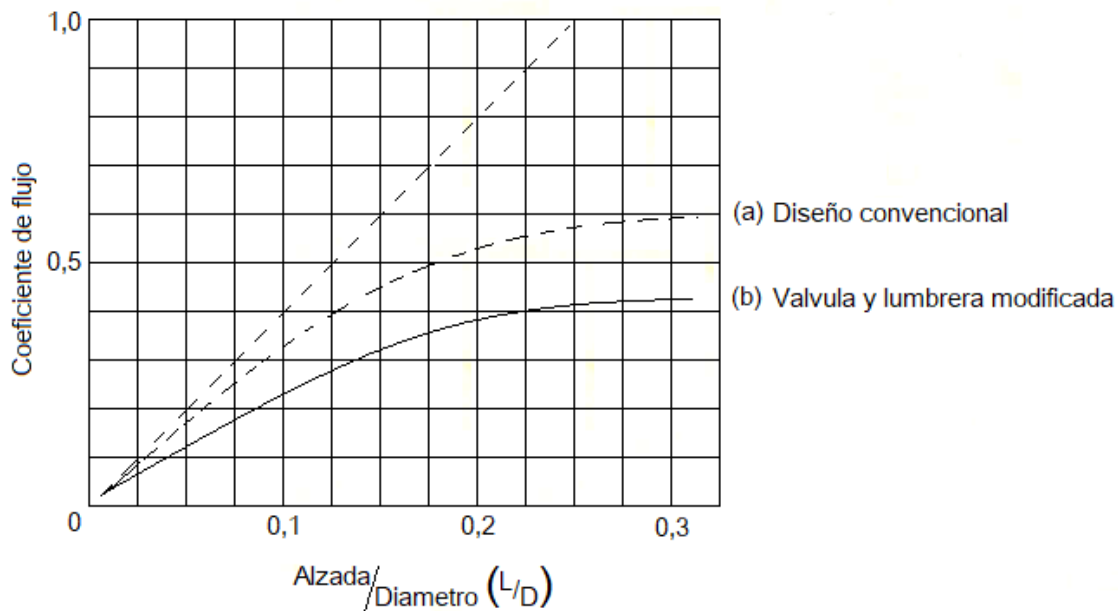
La desventaja de tales diseños es que desde el punto de vista de la cámara de combustión han resultado virtualmente obsoletas.

### ALZADA DE VALVULA

Es la altura (L) que se desplazan las válvulas de un motor. Un cambio en su valor puede traer los siguientes problemas:

- Disminución de la capacidad de flujo: alzar la válvula más allá de 1/4 de su propio diámetro (D) da una disminución en su capacidad de flujo, debido a que la carga del mecanismo de válvulas se incrementa con el cuadrado de la alzada.
- Interferencia entre pistón y válvula: Existe también un problema de interferencia entre pistón y válvulas en el PMS. Lo común es usar una relación  $L/D = 0,25$ . Valores mayores que este pueden ser justificados solamente donde el índice “Z” de admisión sería mayor que 0,6.

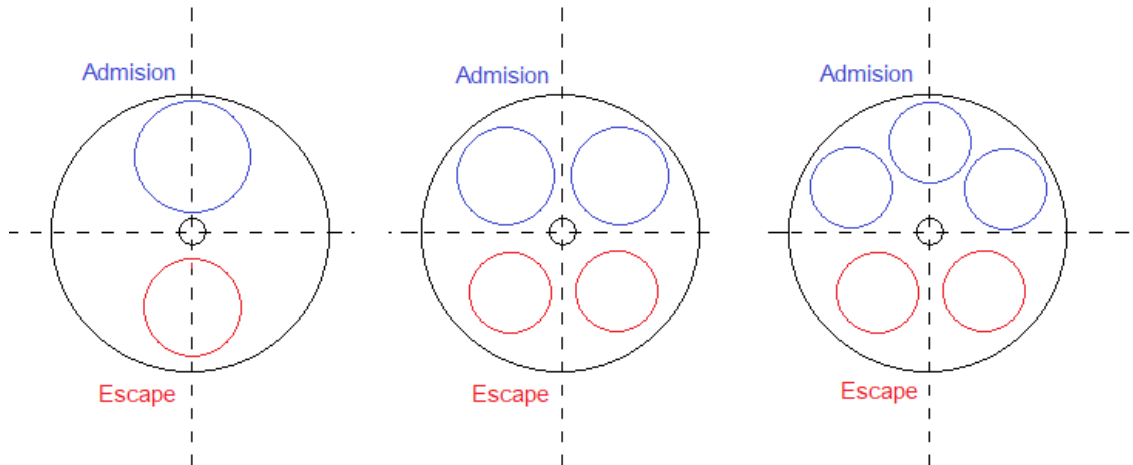
La siguiente imagen muestra la relación coeficiente de flujo vs. L/D.





### **VALVULAS MULTIPLES**

Recordando la figura que muestra la relación área válvula – pistón para válvulas múltiples es en alguna medida mayor que aquellas para dos válvulas en tapa de cilindro planas.



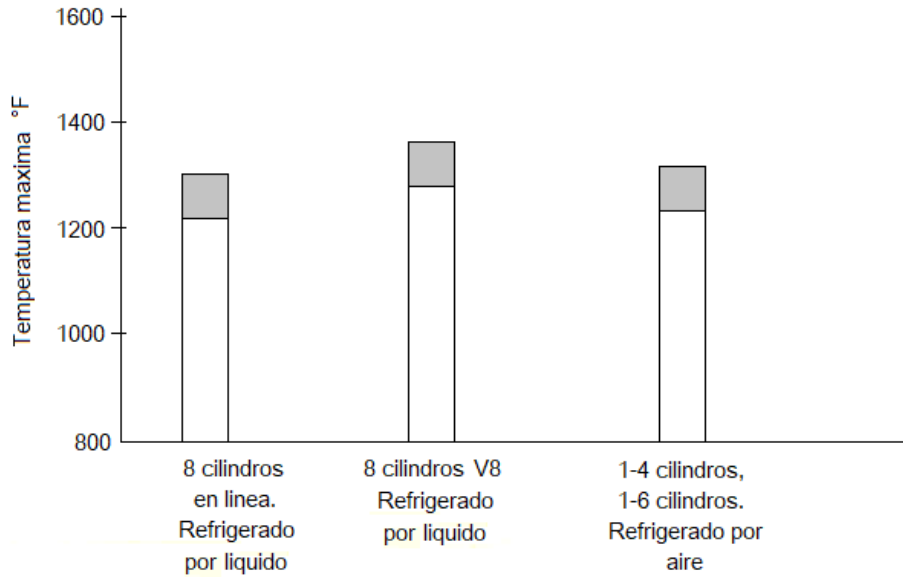
Existen varias razones que justifican su implementación, entre las más importantes:

- Reducción de temperatura: Se demostró que las temperaturas disminuirán y que aún en las mismas temperaturas las tensiones térmicas disminuyen con la disminución del tamaño de las válvulas.
- Reducción de tensiones de inercia en el mecanismo: Con una geometría similar a un número de rpm dado, las tensiones de inercia en el mecanismo de válvula serán inversamente proporcionales al cuadrado del diámetro.

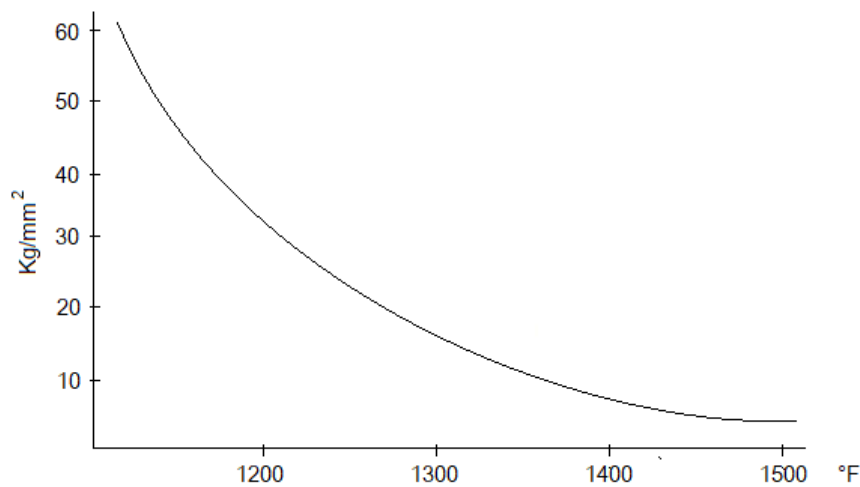
En la mayoría de los casos donde es aconsejable el uso de válvulas múltiples, el arreglo de 4 válvulas es el más adecuado; y solamente con cilindros grandes y en casos especiales se justificarían más de dos válvulas de cada clase. Este diseño tiene la ventaja de permitir colocar en el centro el inyector o la bujía.

### **TEMPERATURA DE VALVULA**

La siguiente figura muestra las temperaturas de válvulas en varios motores. Se puede observar que las temperaturas son más o menos iguales en los motores refrigerados por líquido y por aire.



También es notable la disminución de la resistencia del material al aumentar la temperatura. Debido a esto, el proyectista debe esforzarse para bajar la temperatura de la válvula lo más que se pueda.



**TEMPERATURA VS. DISEÑO**

La temperatura de las válvulas puede ser disminuida a través de modificaciones es el diseño. Estas pueden ser:





- Disminuyendo el área que recibe calor y extendiendo la copa de la guía de válvula tan cerca de la cabeza como sea posible.
- Maximizando el área que conduce el calor, asiento y base de válvulas.
- Minimizando la longitud del camino desde la guía de válvula y el asiento al refrigerante.
- Maximizando la conductividad de calor, engrosando la cabeza de válvula.

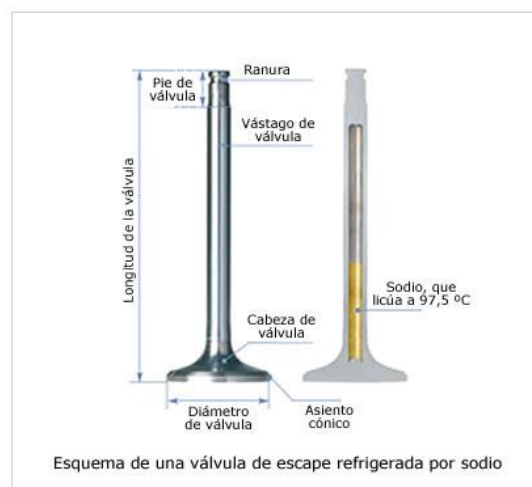
Las condiciones para un buen enfriamiento son:

- Diámetro del vástago relativamente grande.
- Gran cantidad de material en la cabeza de válvulas.
- Exposición mínima del vástago al gas caliente.
- Pasajes de refrigeración alrededor del asiento y el vástago.
- Una longitud mínima del camino del calor hacia el refrigerante.

## **REFRIGERACION INTERNA**

Para válvulas de más de dos pulgadas de diámetro y más pequeñas, pero sujetas a condiciones severas (motores de aviación) la refrigeración interna es necesaria.

La siguiente imagen muestra una válvula refrigerada internamente.





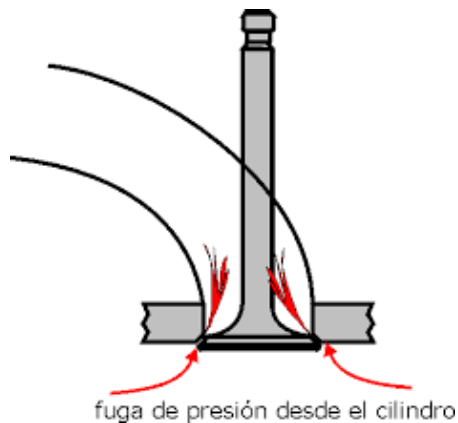
El espacio interno está lleno a medias con sodio (Na) que se licua a la temperatura de válvula y mejora la transferencia interna mojando de arriba hacia abajo mientras la válvula se mueve. Su manufactura es cara y solamente se emplea este tipo de válvulas cuando no sería satisfactorio su trabajo en condiciones normales. Su uso es más frecuente en motores de altas prestaciones, tal el caso de motores de aviación, competición, etc.

### ***FALLA DE VALVULAS***

Entre las fallas más comunes se pueden nombrar:

#### ***Rotura justo arriba de la cabeza de la válvula:***

Es la falla típica de la válvula de escape, donde comienza con una fuga debida a un asentamiento pobre. Esto puede ocurrir debido a una torcedura de la válvula, del asiento de válvula o de la estructura soporte de la guía de válvula, o también debido a la acumulación de depósitos en el asiento.



Una fuga severa da como resultado un sobrecalentamiento de la válvula lo que precipita una falla completa la que puede ser una quemadura o una rotura del vástago justo encima de la cabeza, como muestra la figura:





---

***Rotura en la ranura de las trabas:***

Es la falla en las ranuras para las trabas, es decir en el anclaje del soporte del resorte. Estas ranuras deben ser de una profundidad mínima, cuidadosamente redondeadas y suavemente terminadas. Para su fabricación se prefiere la laminación de las ranuras en vez del mecanizado.

***OTROS ASPECTOS DE DISEÑO***

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

***Lubricación y desgaste de la válvula:***

En la práctica es normal encerrar las válvulas y los mecanismos y hacer circular aceite sobre la parte superior de todas las válvulas. La dificultad está en lubricar la superficie del vástago sin que se consuma el aceite.

Cuando el motor esta estrangulado hay una gran diferencia de presión entre el alojamiento de la válvula y el conducto de admisión. Un control de este consumo de aceite se obtiene evitando toda acumulación de aceite en la parte superior de la guía de válvula. Entonces la lubricación del vástago se adquiere por salpicadura desde los resortes, árboles de leva y balancines.

***Material de la guía y asiento de válvula:***

Es importante una elección adecuada del material. El mejor material para guías parece ser un tipo de fundición de hierro especialmente seleccionado para este servicio. Para minimizar el desgaste de la guía es adecuado minimizar la fuerza de las caras contra el vástago por medio de un diseño adecuado de la geometría del mecanismo. Los empujadores a rodillo son especialmente indicados para este fin.

Los insertos de asientos de la válvula de escape generalmente están hechos de acero similar al que se usa en las válvulas mismas.

***ENSAYO DE FLUOMETRIA***

Se realizó un ensayo de flujometría a las válvulas de admisión y escape del motor Milrod con el objetivo de analizar la capacidad de flujo de los conductos. Considerando que el índice de Mach es crítico para valores superiores a 0,6; debemos calcular este valor en nuestro motor y verificar cuanto nos apartamos del mismo. Lógicamente el índice de Mach nos dará muy por debajo respecto al valor crítico, ya que apenas es alcanzado en motores de competición.

Primero utilizando un calibre medimos los diámetros de las válvulas de admisión y escape, y la alzada máxima. Es importante considerar la temperatura y humedad del taller. Los datos obtenidos son:

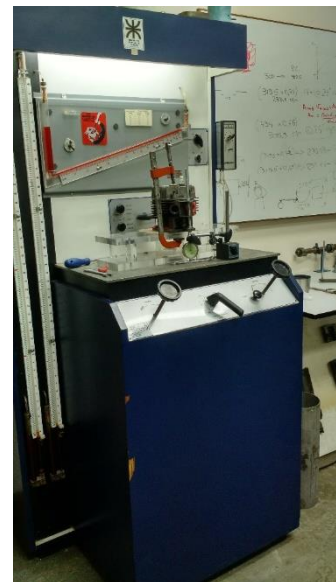
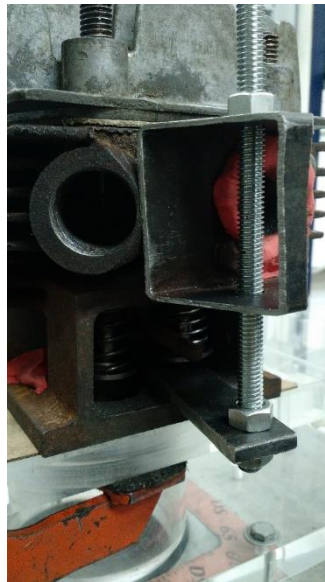
- Diámetro de válvula de admisión: 30mm
- Diámetro de válvula de escape: 30mm
- Temperatura ambiente: 22° C
- Humedad: 73 %



- Alzada máxima: 9mm.



Fue necesario adaptar el mecanismo para controlar la apertura de las válvulas. Luego, se montó el cilindro y el comparador en el flujómetro.





Armamos una tabla donde asentamos los valores obtenidos en cada medición:

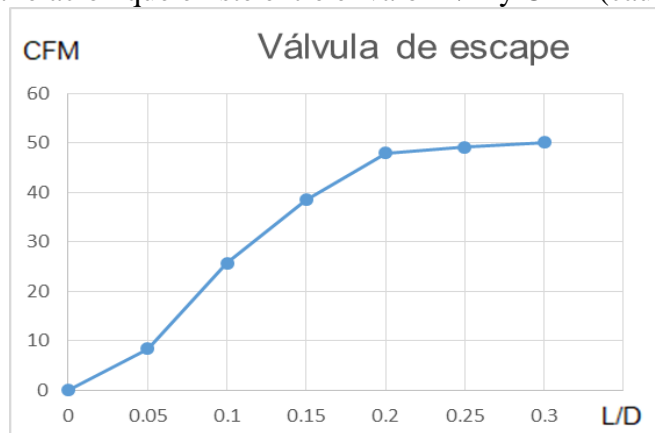
Conducto de admisión:

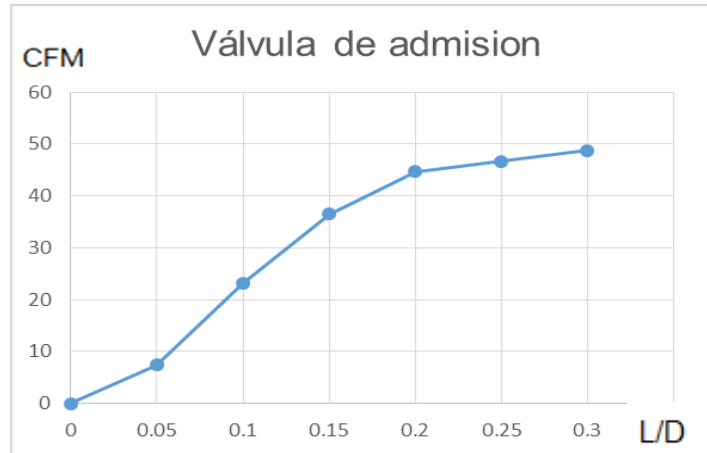
Alzada	Rango Nominal	Rango Corregido	% Caudal	Caudal CFM	Caudal de Perdida	Caudal neto CFM	relacion L/D
0	25	25.5	19	4.84	4.84	0	0
1.5	25	25.5	48	12.24	4.84	7.4	0.05
3	50	47.5	59	28.04	4.84	23.2	0.1
4.5	50	47.5	87	41.34	4.84	36.5	0.15
6	100	101	49	49.54	4.84	44.7	0.2
7.5	100	101	51	51.54	4.84	46.7	0.25
9	100	101	53	53.55	4.84	48.71	0.3

Conducto de escape:

Alzada	Rango Nominal	Rango Corregido	% Caudal	Caudal CFM	Caudal de Perdida	Caudal neto CFM	relacion L/D
0	25	25.5	28	7.14	7.14	0	0
1.5	25	25.5	57	15.44	7.14	8.3	0.05
3	50	47.5	66	32.74	7.14	25.6	0.1
4.5	50	47.5	92	45.54	7.14	38.4	0.15
6	100	101	50	55.04	7.14	47.9	0.2
7.5	100	101	53	56.24	7.14	49.1	0.25
9	100	101	54	57.24	7.14	50.1	0.3

Luego graficamos la relación que existe entre el valor L/D y CFM (caudal neto):





Para calcular el número de Match se debe aplicar la siguiente formula:

$$Z = \frac{A_p}{A_i} \frac{S}{C_i a}$$

Donde:

- $A_p$  = Área de pistón.
- $A_i$  = Área de la válvula de admisión.
- $S$  = Velocidad media del pistón.
- $a$  = Velocidad del sonido en los gases de admisión.
- $C_i$  = Coeficiente de flujo

La relación alzada – diámetro nos da un valor de:

$$\frac{L}{D} = 0,3$$

Con lo que se adopta un valor de coeficiente de flujo:

$$C_i = 0,35$$

Los otros valores valen:

$$A_p = 35,78mm^2 \quad A_i = 7,06mm^2 \quad a = 300m/s \quad S = 4,5m/s$$

Por lo que el número de Match vale:

$$Z = 0,21$$

**Conclusión:**

*Como era de esperar el valor obtenido se encuentra por debajo del valor crítico.*