

**EXCEL-FILTER, C.A.**

# FILTRACION

## CONTENIDO

Filtración Automotriz e Industrial

Filtración de Aire Comprimido

Filtración de líquidos

## FILTRACION AUTOMOTRIZ E INDUSTRIAL

### RESEÑA HISTORICA SOBRE EL DESARROLLO DE LOS FILTROS:

El motor moderno desarrolla mucha mas potencia que el motor anterior a la segunda guerra mundial y esto actualmente representa velocidades mayores, mayor relación de compresión y cargas internas tanto térmicas como mecánicas muy superiores. Aunque todo esto ocurre en los motores actuales, es cierto que estos son más duraderos que sus predecesores. Existen varios factores que inciden para que lo anterior ocurra: La calidad de los aceites lubricantes actuales es mejor, La calidad de los diseños y fabricación han mejorado notablemente y mejores aleaciones para su fabricación, pero existe una contribución de mayor importancia, que consiste en un **filtrado más eficaz** del lubricante, aire y combustible. La mayor limpieza interior ha eliminado prácticamente lo que se considera: "*Causas Externas del Desgaste*", con lo que la fricción solo tiene que hacerle frente a las inevitables presiones y temperaturas interiores.

Hasta la década de 1930, los filtros eran primitivos, consistían en mallas metálicas situadas en el cárter del motor, antes de la succión de la bomba de aceite. Estos retenían partículas relativamente grandes y materiales extraños como: tuercas, tornillos, etc. Que se desprendían en el proceso de fabricación.

Henry Royce, adapto para motores aeronáuticos los filtros centrífugos, incorporados en el extremo del cigüeñal (esto no tuvo entrada en los motores automotrices por el gran tamaño). Actualmente todavía se usa este método de filtración.

Antes de 1930, no había fabricantes de autos que les interesaran la filtración del aire, lo más parecido a un filtro era un tejido de alambre sobre la boca de succión del carburador, para no permitir la entrada de insectos, hojas y otros materiales relativamente grande. Con respecto al combustible lo más parecido a un filtro era una Gaza o filtro de cazuela tipo gravitatorio.

No fue hasta 1935 que se comenzó a darle importancia a la filtración, comenzando por el lubricante y combustible dado que se estaba usando cada vez más en el transporte pesado. En los motores Diesel, los desgastes en bombas e inyectores comenzaban a ser un grave problema. Para ambos fluidos se comenzaron a usar filtros de franela y fieltro introducidos en una carcasa de metal. El algodón sintético y lana mineral se usaban en los filtros de derivación (By Pass) para lubricantes y de pequeño tamaño y solo filtraban el 10% del fluido en un momento determinado, sin embargo los filtros de combustible eran de flujo total para proteger las bombas y los inyectores.

Hasta la segunda guerra mundial no se realizó grandes progresos en la tecnología de filtración, solo en los últimos años de la guerra y por lo severo de las condiciones en el

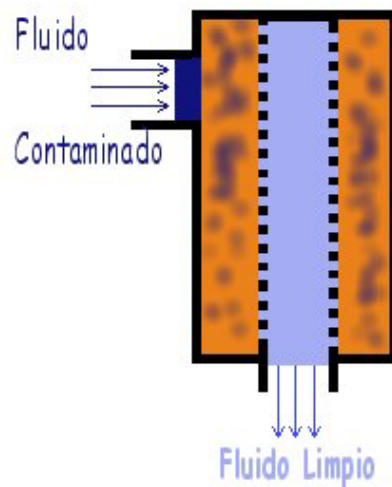
desierto (Norte de Africa), se penso en filtrar el aire que succionaban los motores. Para esto se emplearon filtros de partículas de metal impregnadas en aceite el cual consistía en un recipiente con partículas de metal y aceite en el fondo, el movimiento del vehículo humedecía constantemente las virutas de metal, el aceite retenía las partículas de polvo y arena. El filtro tenia cierta efectividad pero se secaba muy rápido.

Posteriormente se uso un filtro tipo ciclón que tenia efecto parecido al filtro centrifugo de aceite y se diseñaron los filtros de lubricante tipo flujo total.

No fue hasta el último año de la guerra que se produjo un verdadero filtrado automotor, tomándose la vieja idea del uso del papel filtrante usado por los alquimistas y químicos en la edad media, se reforzó el papel con resinas fenólicas para darle mayor rigidez y fuerza. El papel permitió filtros pequeños pero fuertes.

### CONCEPTO DE FILTRACION:

Es el proceso por el cual se separan mecánicamente las partículas suspendidas en un fluido, y consiste en hacer pasar al fluido a través de un medio permeable, donde se



depositan las partículas. El paso del fluido suele forzarse mediante una presión directa o bien haciendo vacío sobre el fluido.

### FILTRO:

Cuerpo poroso o dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido, líquido o gaseoso, para librarlo de los cuerpos sólidos y/o líquidos que se hayan en suspensión en el mismo. Se clasifican en domésticos e industriales y se aplican para diversos usos tales como la depuración del agua, instalaciones de aire, motores de combustión interna, etc.

## REQUERIMIENTOS PARA EL PROCESO DE FILTRACION

Para que el proceso de filtración se realice se requiere de:

1. Fluido contaminado
2. Medio poroso o media filtrante
3. Diferencial de presión a través del medio filtrante. (Gravedad - Vacío - Presión Positiva)

### CONCEPTOS BASICOS SOBRE FILTRACION:

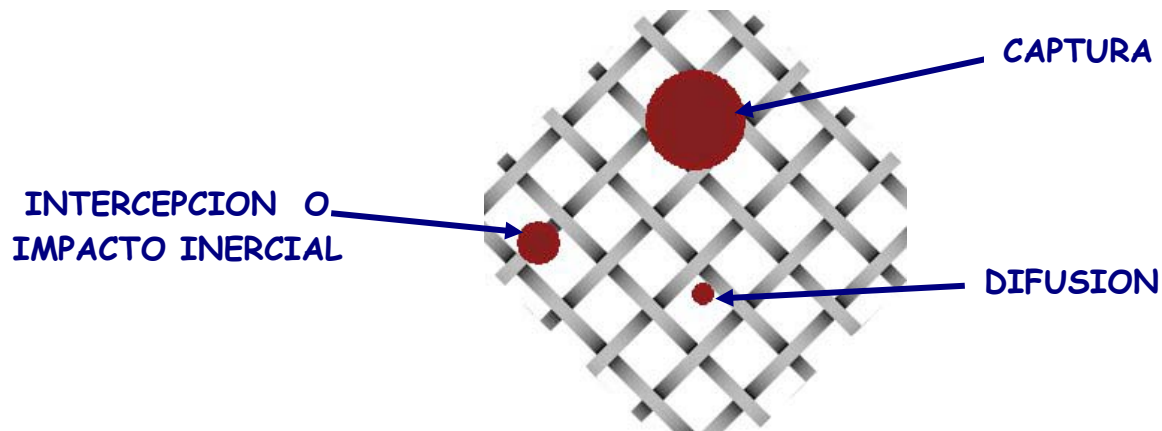
1. **MEDIA FILTRANTE:** Material poroso por medio del cual se realiza el proceso de filtración.
2. **POROCIDAD:** Cantidad y tamaño de las aberturas de la media filtrante, (Cantidad y tamaños de los poros). También se define por el **volumen vacío** de la media filtrante.
3. **MICRONAJE:** Tamaño del poro se mide en ( $\mu$ ) micrones.  $1 \mu = 10^{-3} \text{ mm}$ .
4. **RESISTENCIA:** Caída de presión o pérdida de potencia a través de la media filtrante.  $(P_1 - P_2) = \Delta P$ . Donde  $P_1$  = Presión a la entrada del filtro y  $P_2$  = Presión a la salida del filtro.
5. **MIGRACIÓN:** Proceso mediante el cual las partículas del medio filtrante se desprenden y entran al sistema como contaminantes.
6. **OBSTRUCCION:** Incremento de la resistencia debido al bloqueo de los poros por los contaminantes.
7. **FILTRACION NOMINAL:** Rango de filtración entre el 50 y 95% de eficiencia.
8. **FILTRACION ABSOLUTA:** Rango de filtración que generalmente está cercana al 99.9% de eficiencia.

**NOTA:** Los filtros nominales no son buenos para filtrar partículas por debajo de los 2 micrones. Los filtros absolutos generalmente no se aplican para el filtrado de partículas por encima de los 10 micrones

### MECANISMOS DE CAPTURA DE PARTICULAS:

[\(Regresar\)](#)

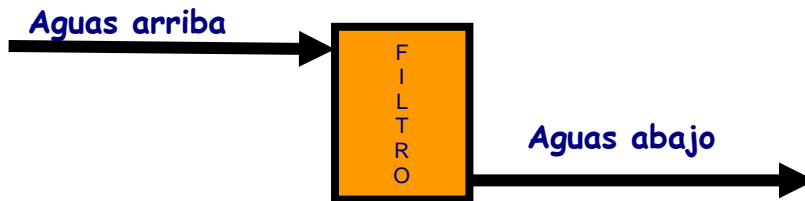
Existen tres mecanismos para que la media filtrante retenga las partículas contaminantes.



- **CAPTURA:** Por medio de este mecanismo se capturan las partículas de mayor tamaño que el poro de la media filtrante.
- **INTERCEPCION O IMPACTO INERCIAL:** Por medio de este mecanismo la media filtrante atrapa a las partículas de tamaño menores que el poro (0,2 a 2 $\mu$ ) Las partículas en el flujo llevan una fuerza inercial debido a la velocidad del flujo y son atraídas por la media filtrante. Para que esto se realice las partículas deben pasar muy cerca de la fibra de la media filtrante, esta distancia debe ser igual a la mitad del diámetro de la partícula
- **DIFUSION:** Por medio de este mecanismo se atrapan partículas submicronicas (0.001 a 0.2 $\mu$ ). Debido al movimiento Brauniano (Aleatorio) de las partículas en suspensión dentro del flujo, dichas partículas son atraídas hacia la media filtrante dado que su masa molecular es muy pequeña, en comparación con la masa de la media filtrante y quedan atrapadas.

La mayoría de los filtros automotrices e industriales no realiza el mecanismo de difusión.

**EFICIENCIA EN FILTRACION (% DE REMOCION) Y RELACION BETA ( $\beta$ ):**



$$\% \text{ REMOCION (EFICIENCIA)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Partículas aguas arriba} - \text{N}^\circ \text{ de Partículas aguas abajo}}{\text{N}^\circ \text{ de Partículas aguas arriba}} \times 100$$

**RELACION BETA ( $\beta$ ):** Es la relación que existe entre el número de partículas de un tamaño dado aguas arriba de un filtro y el número de partículas del mismo tamaño aguas abajo

$$\text{RELACION BETA } (\beta) = \frac{\text{N}^\circ \text{ partículas aguas arriba}}{\text{N}^\circ \text{ partículas aguasa bajo}}$$

**RELACION ENTR BETA ( $\beta$ ) Y EL % DE EFICIENCIA:**

BETA ( $\beta$ )	% EFICIENCIA
1	0
5	80
10	90
50	98
100	99
1000	99.90
5000	99.98
10000	99.99

## AGENTES CONTAMINANTES:

Los agentes contaminantes pueden ser de tres tipos:

### 1. PARTICULAS SOLIDAS:

- Elementos de desgaste (Hierro, Aluminio, etc.)
- Polvo, Tierra y arena.
- Hollín.
- Oxido.
- Microorganismos

### 2. PARTICULAS LIQUIDA:

- Agua
- Anticongelantes.
- Aceite.
- Derivados de ácidos de azufre.

### 3. GASES:

- Vapores de agua.
- Vapores de aceites y combustible.

## ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES:

[\(Regresar\)](#)

- **CONTAMINANTES DE ORIGEN EXTERNO:** Son aquellas partículas que provienen del medio en que se encontró almacenado el fluido. Pueden ser polvo y arena, partículas de oxido, hollín, sales minerales, bacterias, agua, etc.
- **CONTAMINANTES DE ORIGEN INTERNO:** Son aquellas partículas que se producen por desgaste durante el funcionamiento de los mecanismos que impulsan al fluido o por el desgaste en los motores de combustión interna. Estas partículas pueden ser: virutas de metal, hollín, descomposición de los aceites lubricantes, formaciones microbiológicas, etc.

## PROBLEMAS QUE SE ORIGINAN POR ESTA CONTAMINACION.

### a) ACORTAN LA VIDA UTIL DEL MOTOR:

- Desgaste prematuro de las partes móviles del motor.

### b) OBSTRUCCIÓN DE TUBERIAS, INYECTORES Y ORIFICIOS PEQUEÑOS.

### c) CORROSION DE LAS DIFERENTES PARTES DEL MOTOR, ACTUADORES, TUBERIAS, VALVULAS EN GENERAL, ETC.

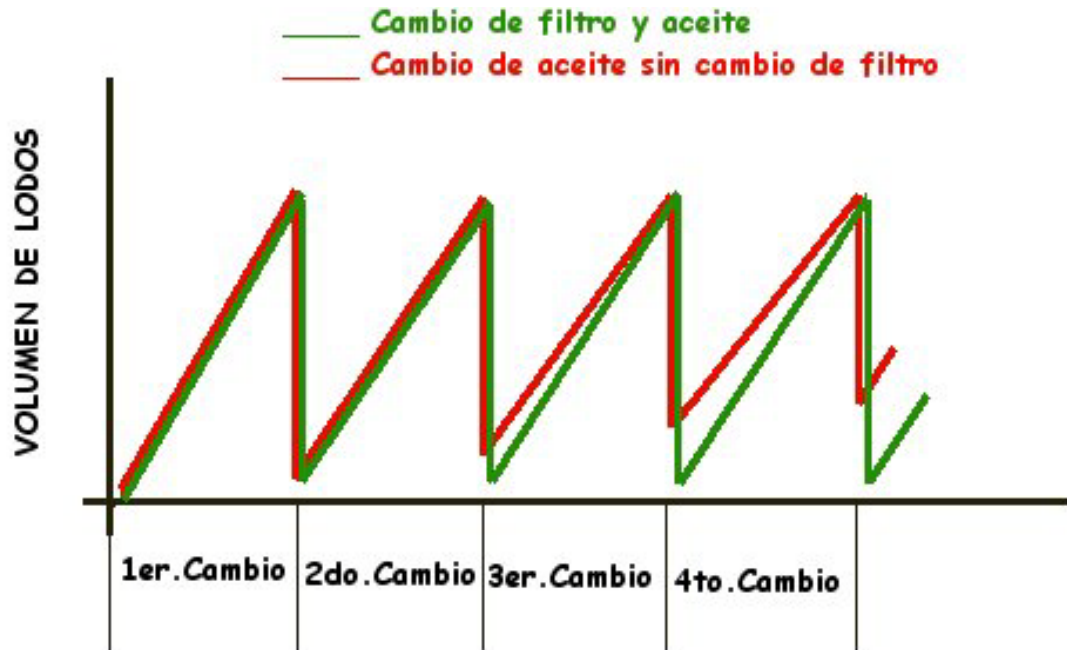
### d) REDUCCION DE LA EFICIENCIA Y RENDIMIENTO DEL MOTOR Y/O SISTEMA DE FILTRACION.



## NECESIDAD DE LA FILTRACION EN LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

1) **NECESIDAD DE FILTRAR EL ACEITE LUBRICANTE:** En la gráfica que se muestra a continuación se puede apreciar el grado de contaminación a que puede llegar el aceite del motor si no se realiza una efectiva filtración.

Cada vez que cambia el aceite se debe cambiar el filtro, ya que de lo contrario la acumulación de lodos es cada vez mayor, ocasionando graves daños al motor.



### 2) NECESIDAD DE FILTRAR EL COMBUSTIBLE:

- Evita la obstrucción del sistema de inyección o el carburador.
- Separar agua que se encuentre en el combustible es recomendable, ya que si esta pasa a la cámara de combustión, reacciona con el azufre que contiene el combustible y en presencia de calor se produce ácido sulfúrico, el cual corroe todas las partes del sistema de inyección y del motor.
- Disminuye las paradas por mantenimiento.
- Aumenta la eficiencia del motor.

### 3) NECESIDAD DE FILTRAR AIRE:

- El aire aspirado por el motor contiene gran cantidad de partículas de polvo, tierra y otros contaminantes. El polvo que pasa al motor forma con el aceite una pasta abrasiva (esmeril) que desgasta prematuramente las partes móviles del motor.
- Según las normas BRITISH STANDARD, en un movimiento de tierra de servicio pesado, la concentración de polvo es de 50 mg por pie cubico o 1.76 Gr. por metro cubico. Por ejemplo, un motor de 150 HP a 75% de régimen, aspira 10 Mt<sup>3</sup> por

## G.A.B.P. Ingeniería

minuto de aire (sin turbocargador), esto quiere decir que el motor recibe 17.6 Gr. de polvo y tierra por minuto o aproximadamente 1 Kg. de polvo por hora.

- Se establecen las siguientes eficiencias mínimas para los filtros de aire:

Aplicación automotriz.....99% +

Aplicación semipesado..... 99.5 % +

Aplicación Pesada/industrial..... 99.9%

Según estos datos el aire que aspira un motor de combustión interna es mas limpio que el que respiramos los seres humanos.

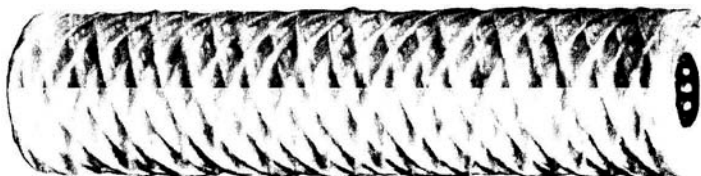
## CLASIFICACIÓN DE LOS FILTROS:

### 1. SEGÚN SU FORMA CONSTRUCTIVA:

- a) Unidades Selladas ( Spin On): Incluye el envase desechable donde se produce la filtración.



- b) Elementos filtrantes: Estos elementos son introducido en una carcasa (Housing) el cual forma parte del sistema de filtración o del motor.

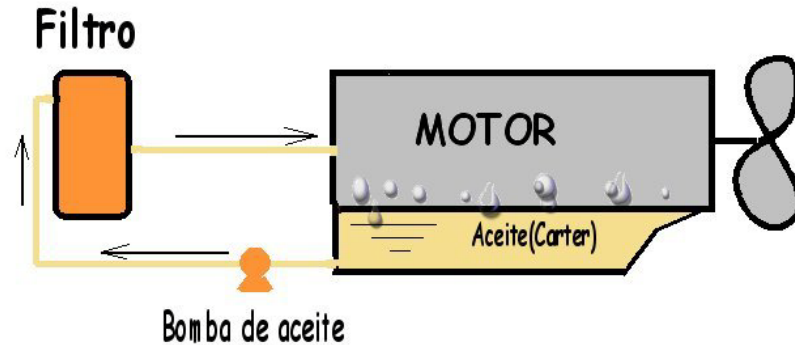




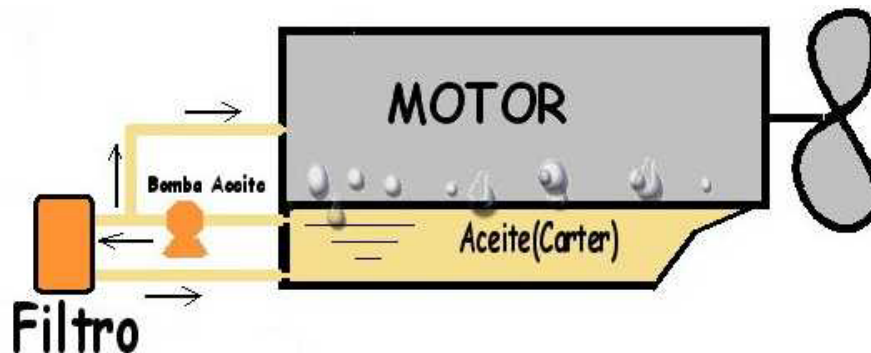
## 2. SEGÚN LA FUNCION O TRABAJO QUE REALIZA:

### a) Filtros de Aceite Lubricante:

- Flujo Total (Full Flow): La totalidad del flujo pasa a través del filtro antes de llegar al motor



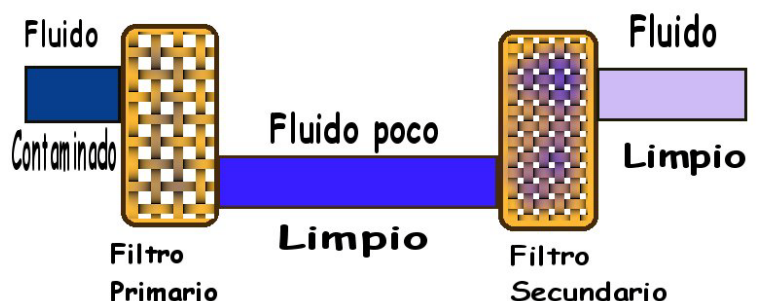
- Flujo Parcial (Derivación o By Pass): Solo el 10% del flujo de aceite pasa por el filtro y retorna al depósito. Este ciclo se repite con tanta frecuencia que en poco tiempo el aceite esta totalmente filtrado. Este sistema aumenta la protección, ya que son de menor micronaje que los de flujo total



### b) Filtros de Combustible y Aire:

- Primarios: Retienen partículas grandes mayores de 2 micrones
- Secundarios: Retienen partículas pequeñas menores a 2 micrones.

El uso de filtro primario y secundario se justifica, ya que solo usando el secundario este se obstruirá en muy corto tiempo. El uso de este sistema amplia la capacidad de filtración, ahorrando tiempo y dinero.



## CARACTERISTICAS PRINCIPALES QUE DEBE POSEER EL MEDIO FILTRANTE:

Los materiales con la cual se pueden fabricar las medias filtrantes pueden ser: Papel o Celulosa, Malla metálica, Filtro, Cerámicas, Algodón, Lana, etc. En los filtros automotrices e industriales, el material por excelencia usado es el papel (Celulosa) impregnado con resinas fenólicas.



Fibra de celulosa

## TAMAÑO RELATIVO DE LAS PARTICULAS (AUMENTADA 400 VECES)

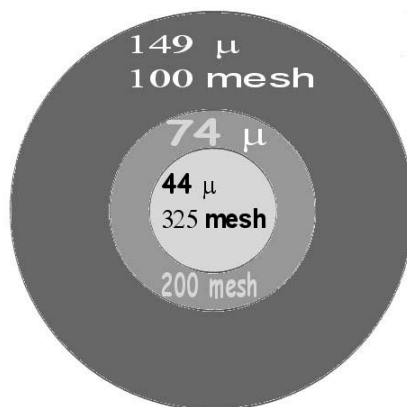
Las características más importantes que debe tener un buen material filtrante son:

1. MICRONAJE ADECUADO a las especificaciones de la maquina o el sistema que se va a proteger.

FILTRO	MICRONAJE
Combustible	Primario (9 $\mu$ )
	Secundario (2-5 $\mu$ )
Hidráulico	De 6 a 7 $\mu$
Aire Comprimido industrial	Menor a 2 $\mu$
Aceite industrial	De 20 a 22 $\mu$
Agua potable	Menor a 5 $\mu$
Líquidos de consumo humano	Menor a 5 $\mu$
Aceite para motores	30 $\mu$
Aire Automotriz	Primario 10 $\mu$
	Secundario 2-5 $\mu$

Esta tabla es de referencia. Para seleccionar el micronaje adecuado es necesario conocer todas las especificaciones del fluido a filtrar

- 2  $\mu$
- 5  $\mu$
- 8  $\mu$
- 25  $\mu$



US & ASTM STD (Mesh)	MICRONES $\mu$
100	149
140	105
200	74
270	53
325	44
400	36
550	25
1250	10
2500	5
5000	2.5
12000	1

2. RESISTENCIA MECANICA: Es una característica muy importante ya que los filtros están sometidos a ciertas presiones de trabajo y estas presiones se ejercen sobre el material de la media filtrante, por esto es necesario que tenga una "RIGIDEZ-ELASTICA", la cual es una propiedad que lo hace resistente a romperse pero sin hacerlo quebradizo.

En los filtros con media filtrante de papel o celulosa, esta resistencia se obtiene agregándoles resinas fenólicas, las cuales en presencia de calor (curado del papel) se polimerizan y le dan esta característica.

3. PUNTO DE INFLAMACION: Cuando se trate de filtros cuyo material de la media filtrante debe soportar altas temperaturas, esta debe soportarlas sin llegar a quemarse y esto se logra agregándole resinas anti-inflamates.

Todas estas características mencionadas anteriormente son importantes, pero los parámetros exactos que debe tener un buen material para la media filtrante, viene dada por el fabricante del sistema de filtración o el fabricante del motor.

### ALGUNOS ASPECTOS QUE DEBEMOS CONOCER DE LOS FILTROS AUTOMOTRICES E INDUSTRIALES.

a) AREA DE FILTRACION: Es la totalidad de la superficie de la media filtrante que dispone el filtro. Cuando se trata de celulosa (Papel), este puede estar dispuesto de dos formas:



a) Plisado



b) Espiral

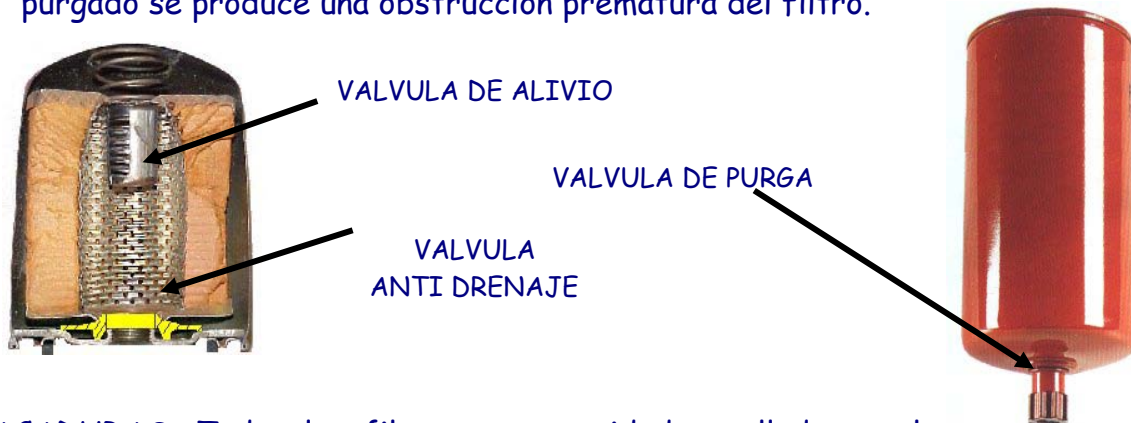
El área de la media filtrante está en relación directa con la vida útil del filtro, ya que el tiempo de obstrucción total será mayor cuanto mayor sea el área filtrante disponible por el filtro

b) VALVULAS DISPONIBLES EN LOS FILTROS: (Solo en unidades selladas o spin on).  
➤ VALVULA DE ALIVIO: Abre paso al fluido cuando el filtro esta obstruido, esta válvula es activada por el aumento de la presión de aceite, evitando el daño al motor por falta de lubricación. Hay que tomar en cuenta que algunos

## G.A.B.P. Ingeniería

fabricantes colocan esta válvula como parte del motor, por lo tanto el filtro no la requiere

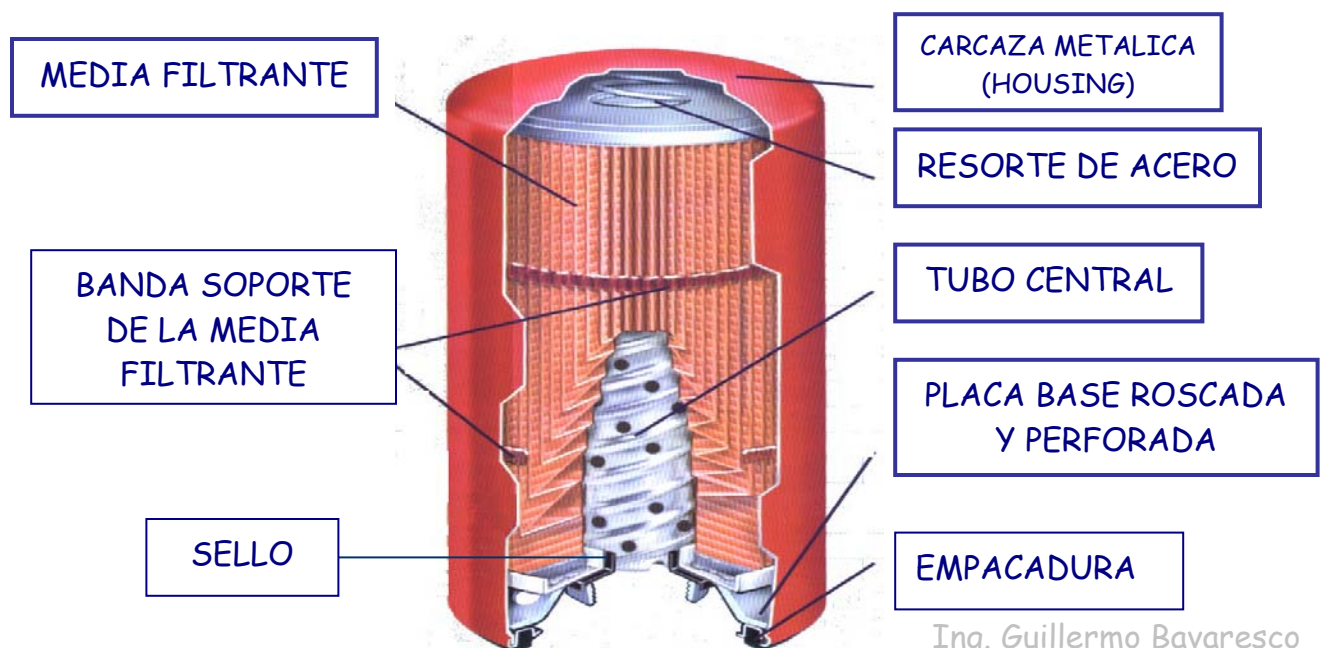
- VALVULA DE RETENCIÓN O ANTIDRENAJE: Esta válvula evita el retorno de aceite desde el filtro al deposito de aceite del motor cuando este esta apagado o cuando la posición del filtro es diferente a la posición vertical-invertida. De esta forma el filtro se mantiene lleno de aceite sin permitir que el motor funcione unos segundos sin aceite cuando se enciende nuevamente.
- VALVULA DE PURGA: Se usan en filtros de combustible equipados con papel separador de agua. La válvula se coloca en el fondo del envase y de esta forma se puede purgar el agua y sucio contenidos dentro del filtro. Si el filtro no es purgado se produce una obstrucción prematura del filtro.



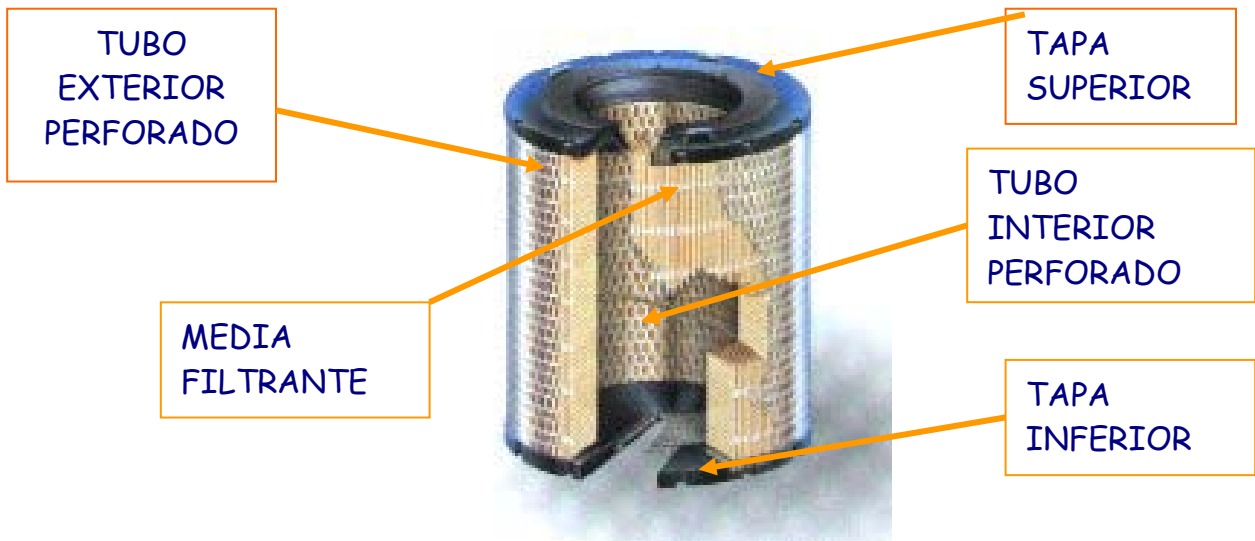
- c) ENPACADURAS: Todos los filtros tanto unidades selladas o elementos filtrantes deben instalares con las empacaduras adecuadas para sellar y evitar las fugas del fluido. Los fabricantes de filtros deben incluir las empacaduras y/o sellos (O'Ring) de la carcasa, los cuales deben ser reemplazados con cada cambio de filtro.

## PARTES DE UN FILTRO:

### UNIDAD SELLADA



## ELEMENTO FILTRANTE



### CARACTERISTICAS GENERALES DE UN BUEN FILTRO:

1. Area filtrante adecuada al tipo de servicio y al flujo del fluido a ser filtrado.
2. El área libre de los tubos exterior e interior (Area total de perforaciones) debe ser máxima a fin de minimizar la caída de presión
3. Los tubos perforados (interior y exterior) deben ser fuertes a fin de evitar colapso por diferencial de presión.
4. Las rebarbas de los tubos perforados deben estar fuera de contacto con el medio filtrante para evitar rasgaduras.
5. En los elementos filtrantes, las tapas deben estar muy bien unida a la media filtrante, así se evita el desprendimiento de estas. La resistencia de adhesión entre tapa y media filtrante debe ser lo mas fuerte posible.
6. Los filtros sellados deben tener en buen estado la rosca para garantizar un buen roscado y guardar el paralelismo entre la base de instalación del filtro al motor y el plano de la rosca del filtro.
7. Los filtros deben tener todas las empacaduras adecuadas para su instalación y así evitar fugas.

### FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE FILTRACION.

Para un mantenimiento optimo del equipo se debe evitar siempre instalar filtros diferentes a los recomendados en las especificaciones del fabricante del equipo, sin embargo, la sustitución de filtros se ha generalizado tanto que es bueno indicar las "NORMAS MINIMAS" que se deben seguir cuando la sustitución del filtro es inevitable.



## G.A.B.P. Ingeniería

1. Verificar que el código del filtro sea el igual al recomendado por el fabricante del equipo, o en su defecto, el equivalente en otra marca.
2. Verificar los tipos de válvulas que exige el fabricante del equipo.
  - Un filtro sin válvula de alivio se puede sustituir por uno con esta válvula, pero no lo contrario
  - Un filtro sin válvula de retención se puede sustituir con una que posea esa válvula, más no lo contrario.
3. Respetar las aplicaciones (Usos de los filtros). Un filtro de aceite no se debe nunca sustituir por uno de combustible. Tampoco se debe sustituir un filtro primario por un secundario o viceversa.
4. Es de suma importancia que el micronaje del filtro este de acuerdo a las especificaciones del fabricante del equipo, ya que de ello dependerá el mayor o menor tiempo de obstrucción del filtro y el peor o mejor rendimiento del fluido filtrado
5. Verificar que los indicadores de presión estén en buen estado. **Solo se puede determinar que un filtro esta obstruido cuando aumenta el diferencial de presión o lo que es lo mismo, cae la presión a la salida del filtro.**  
Sin embargo el aumento del diferencial de presión o Caída de presión puede sr originado por varios factores:
  - A. Porosidad de la media filtrante baja. Quiere decir que los números de poros por unidad de superficie es pequeña lo que implica un bajo volumen vacio.
  - B. Micronaje de la media filtrante menor al especificado por el fabricante
  - C. Area del medio filtrante insuficiente.
  - D. Aumento de la viscosidad del fluido filtrado
6. Los filtros deben ser reemplazados al cumplirse el intervalo indicado por el fabricante del equipo.
7. En la filtración automotriz se debe reemplazar el filtro cada vez que se cambia el aceite lubricante.
8. Antes de instalar un nuevo elemento filtrante, asegúrese de que no este golpeado ni deformado, esto puede ocasionar que la media filtrante se rompa. Si el filtro es roscado, asegúrese que la rosca esté en buen estado, de lo contrario puede dañar la rosca de la base de instalación o tendrá fugas.
9. Verificar el sellado del filtro, este sellado debe separar el fluido filtrado del fluido contaminado. Esto es muy importante sobre todo en los elementos filtrantes, los cuales sellan dentro del envase sin que se pueda comprobar desde afuera si el fluido contaminado esta pasando totalmente por el medio filtrante, o si hay una mezcla de los fluidos ente la entrada y la salida.

### EJEMPLOS PRACTICOS

1. Sustituir un filtro de aceite por uno de combustible puede hacer más lenta la circulación del aceite hacia el motor, por la mayor resistencia que ofrece la media



filtrante del combustible. El material de la media filtrante puede romperse por no tener la misma resistencia mecánica permitiendo así el paso de contaminantes al sistema de lubricación del motor.

2. Sustituir un filtro de combustible secundario por uno de aceite puede traer como consecuencia una filtración ineficiente ya que el filtro de aceite por su mayor micronaje no retienen partículas que pueden obstruir los inyectores.
3. Sustituir un filtro de aire primario por uno secundario, trae como consecuencia un menor flujo de aire, lo cual causa una combustión defectuosa y la pérdida de potencia del motor.
4. Sustituir un filtro de aceite con válvula de alivio por uno sin dicha válvula, puede traer como consecuencia que el motor se funda si el filtro no es cambiado a tiempo.
5. Sustituir un filtro con válvula de retención por uno sin dicha válvula, origina una lubricación defectuosa cada vez que se enciende el motor debido al bajo flujo inicial de aceite.

## RECOMPENSAS Y RIESGOS DE PROLONGAR LOS CAMBIOS DE FILTROS Y ACEITE.

Al considerar intervalos prolongados entre cambio de aceite y filtro, mida las recompensas potenciales contra los posibles riesgos

RECOMPENSAS	RIESGOS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción en el tiempo improductivo del equipo.</li><li>• Gastos menores en mano de obra.</li><li>• Ahorro de dinero en compra de aceite y filtros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de desgaste y daños al motor. Al prolongar el tiempo para realizar cambio de aceite y filtro, el aceite pierde sus propiedades químicas y físicas, creando más hollín y tapando los filtros, dejando el motor sin una buena lubricación y por lo tanto puede fundir el motor.</li></ul>

Hacer un estudio de los intervalos de cambio de aceite y filtro por medio de un análisis químico del aceite, puede ayudar a ajustar estos intervalos, mejorando el rendimiento de los mismos y evitando daños al motor.

## FILTRACION DE AIRE COMPRIMIDO

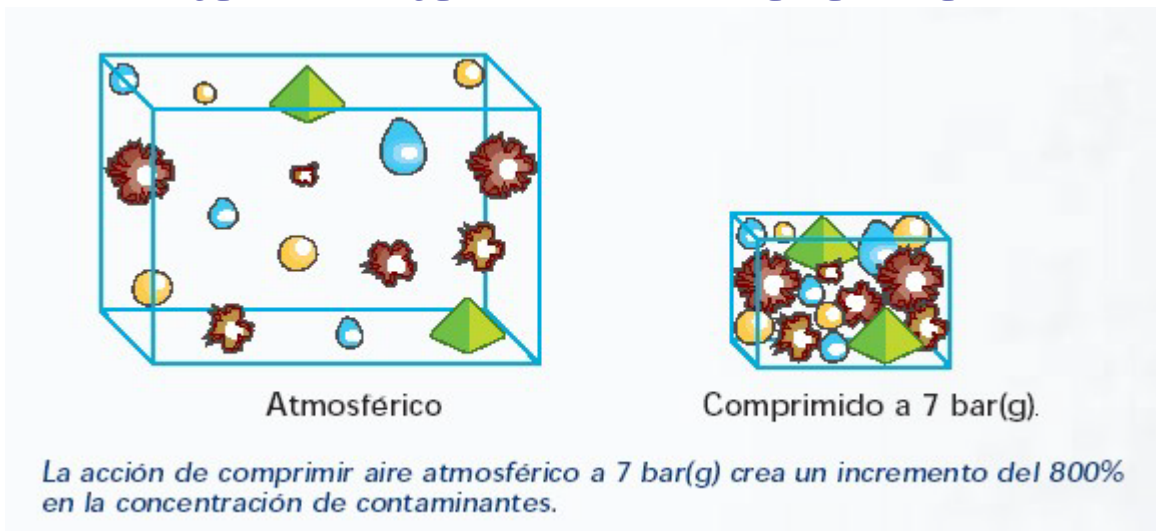
El filtrar el aire comprimido para uso industrial o consumo humano es muy importante, dado que los elementos contaminantes que se encuentran en la atmósfera, son aspirados junto con el aire por los equipos mecánicos para comprimirlo (Compresor) y luego son introducidos al sistema, causando una serie de problemas que pueden afectar a las tuberías, elementos de control, accesorios, etc., ocasionando interrupciones en los procesos productivos o enfermedades en los seres humanos.

Aproximadamente el 80 por ciento de las partículas que se encuentran en suspensión en el aire (Partículas Sub-micronicas) son menores de 2 micrones ( $<2\mu$ ) y una filtración nominal es totalmente ineficiente por debajo de los 2 micrones, por lo tanto se requiere de filtros especiales que puedan eliminar estos contaminantes. Por otra parte la mayoría de los Compresores manufacturados actualmente, son lubricados por aceite, bien sean, sintéticos o minerales, y estos transfieren partículas de aceite al aire comprimido. Cabe además destacar que el aire en la atmósfera contiene una gran cantidad de agua (Humedad relativa del aire) en forma de vapor y microscópicas gotas que también entran al sistema de aire comprimido cuando el aire es aspirado por el compresor.

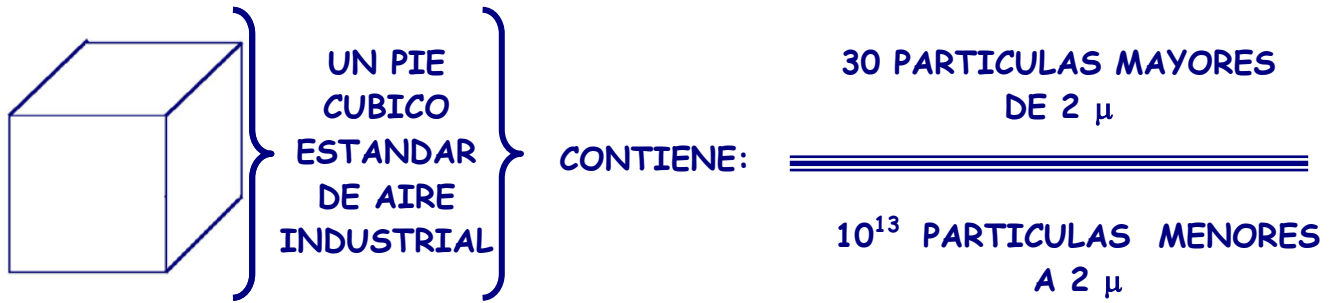
De lo expresado en el párrafo anterior se desprenden tres tipos de contaminantes en el aire:

1. Sólidos: Polvo, Hollín, granitos de arena, Sal, Microorganismos, carbón, oxido, etc.
2. Vapores: Vapor de Agua, Vapores de aceite, Vapores de pinturas, Vapores de solventes volátiles, etc.
3. Líquidos: Aceite de compresores, condensado de agua, emulsiones de agua y aceite, etc.

### DISTRIBUCION DE TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN EL AIRE:



1. SOLIDOS



De esto podemos concluir que una baja eficiencia en la filtración del aire comprimido, contribuye muy poco al control de la contaminación

2. VAPORES:

A 38 °C el aire saturado contiene 1 ppm (Partes Por Millon) de vapor de aceite y 42.000 ppm de vapor de agua.

$$1 \text{ ppm (Peso)} = 0.001 \text{ gr/Lt} = 1\text{mgr/Lt} = 1 \text{ gr/Mt}^3$$

3. LIQUIDOS:

Los compresores pueden transferir las siguientes cantidades de aceite al aire comprimido:

- Compresores de Tornillos: De 20 a 75 ppm de aceite @ 95 °C.
- Compresores Reciprocantes: De 5 a 50 ppm de aceite @ 165 °C
- Compresores Centrífugos: De 5 a 15 ppm de aceite.

Por ejemplo el aire comprimido a la descarga de un Compresor de Tornillo contiene los siguientes tamaños y cantidades de aerosoles de aceite:

Tamaño de las partículas ( $\mu$ )	Nº partículas por Pie <sup>3</sup> Std (SCF)	% total en peso o volumen
0.01	$2.83 \times 10^{10}$	61.5
0.05	$1.13 \times 10^{10}$	25
0.1	$5.66 \times 10^9$	12.5
0.5	$8.49 \times 10^6$	0.2
1	$2 \times 10^6$	0.05
	<b>TOTAL</b>	<b>99.25 %</b>
2	$1.4 \times 10^5$	
5	$1 \times 10^3$	
10	$5 \times 10^2$	

## FILTROS USADOS PARA AIRE COMPRIMIDO:

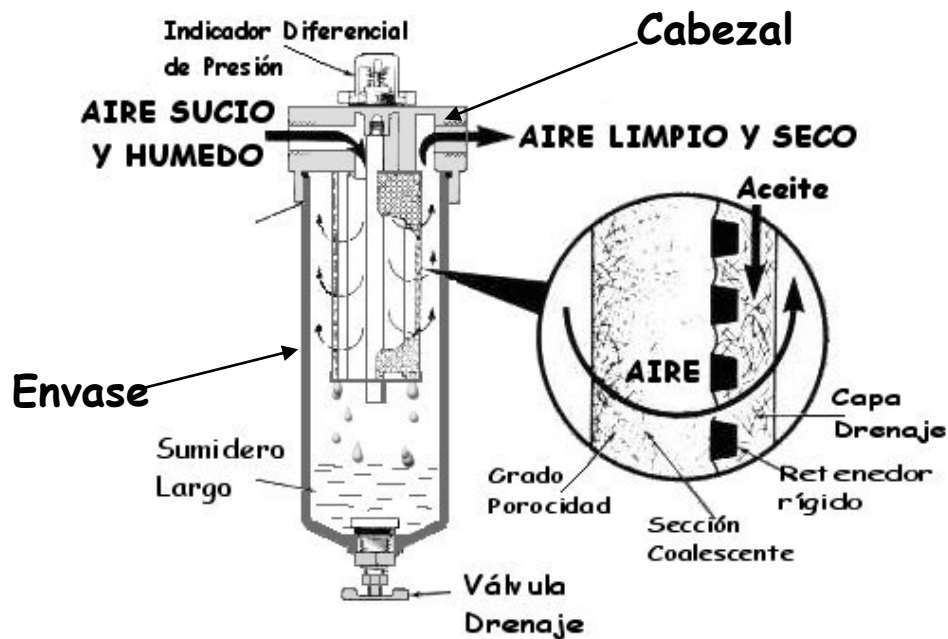
Dado que el aire comprimido requiere de una filtración especial, los filtros adecuados para esto son los **FILTROS COALESCENTES O COALESCEDORES**.

**COALESCENCIA:** Es el proceso mediante el cual se separan del aire los contaminantes sólidos y los contaminantes en forma de aerosoles. Este proceso se realiza por medios de los tres mecanismos de captura de partículas ([Ver Mecanismos de captura](#))

En el proceso de coalescencia se pueden separar las partículas sub-micrónicas, (0.001 a 0.2  $\mu$ ) dado que se realiza el mecanismo de Difusión. Por este mecanismo se atrapan dichas partículas quedando adherida a la media filtrante, la cual las atrae por la diferencia enorme entre sus masas moleculares. Cuando una partícula es atrapada, en poco tiempo se le unirán otras partículas, creciendo su peso hasta llegar a un punto en el cual la media filtrante no puede ejercer esta atracción y las gotas del contaminante bajan por gravedad hasta el fondo de la carcasa y luego se sacan del filtro por purga

## PARTES DE UN FILTRO COALESCENTE:

En la gráfica siguiente se detalla un filtro coalescente típico, la carcasa o housing construida en aluminio y compuesta por el envase y el cabezal roscado. El Cabezal tiene integrado un indicador diferencial de presión. La válvula de drenaje, la cual puede ser manual o automática esta integrada al envase y dentro de este, esta el elemento filtrante reemplazable.

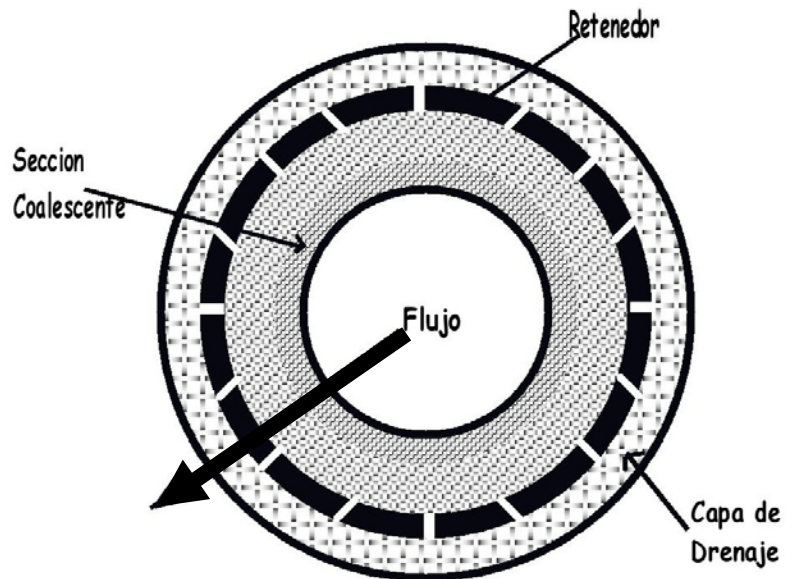


## MATERIAL DE LA MEDIA FILTRANTE:

En la fabricación de los elementos coalescentes, se emplea por excelencia **Micro fibra de Vidrio** (Borosilicatos), el cual tiene la característica de tener aproximadamente entre un 90 y 95 por ciento de volumen vacío y una eficiencia hasta de 99.97 por ciento.

La disposición de la microfibra de vidrio es colocada en el elemento según se ilustra en la figura siguiente:

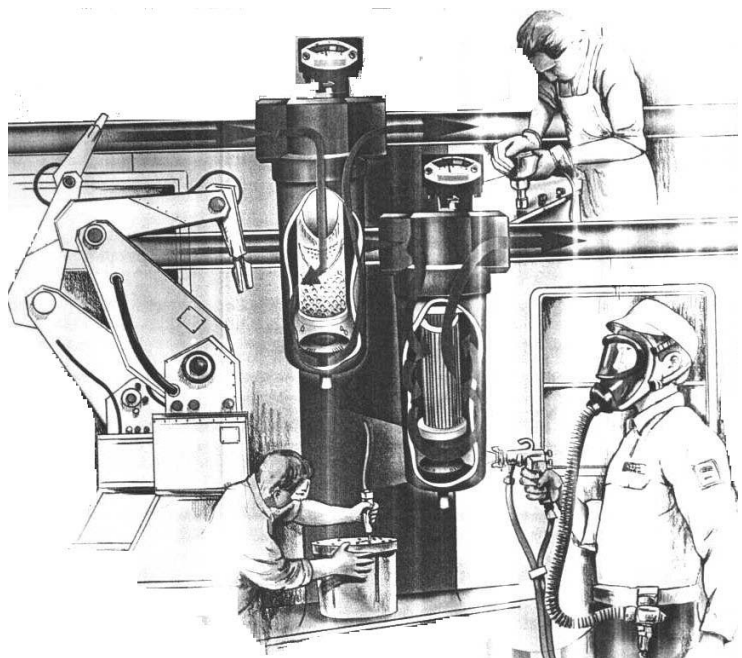
La sección coalescente está dispuesta en el filtro de manera que actúa de forma de tobera convergente-divergente, así que la porosidad es menor en la parte interior del filtro, aumentando gradualmente hasta la parte exterior. De esta manera el aire que entra a cierta velocidad, se acelera en la parte interna haciéndose muy turbulento y luego disminuye la velocidad a la salida, convirtiéndose en un flujo tranquilo. La capa de drenaje es por donde bajan las gotas de líquido (aceite y agua) hasta el sumidero de la carcasa, eliminándose esta por medio de la válvula de drenaje



## APLICACIONES DE LOS FILTROS COALESCENTE:

Como se dijo anteriormente en el aire de la atmósfera se encuentran millones de partículas que no deseamos que entren en el aire comprimido, ya que afectarían los procesos productivos y la respiración humana, por lo tanto podemos enumerar una gran cantidad de procesos en los cuales se requiere de aire completamente seco y limpio:

- Protección de secadoras
- Cabinas para la aplicación de pintura en polvo





## G.A.B.P. Ingeniería

- Cabinas para aplicación de acabados de estaño
- Protección de válvulas neumáticas.
- Protección de Cilindros neumáticos
- Sistemas de pintura
- Protección de herramientas neumáticas
- Aire para instrumentación y control
- Protección de sistemas de aire comprimido
- Eliminación de partículas para sistemas no lubricados
- Aire respirable
- Eliminación de olores
- Aire para autoclaves y cámaras hiperbáricas
- Maquinas para envasado de alimentos.
- Filtración de gases de laboratorio de alta pureza
- Filtración de gas natural.

Para cada una de las aplicaciones y dependiendo de la calidad del aire comprimido que se requiera, la media filtrante viene en varios grados de filtración:

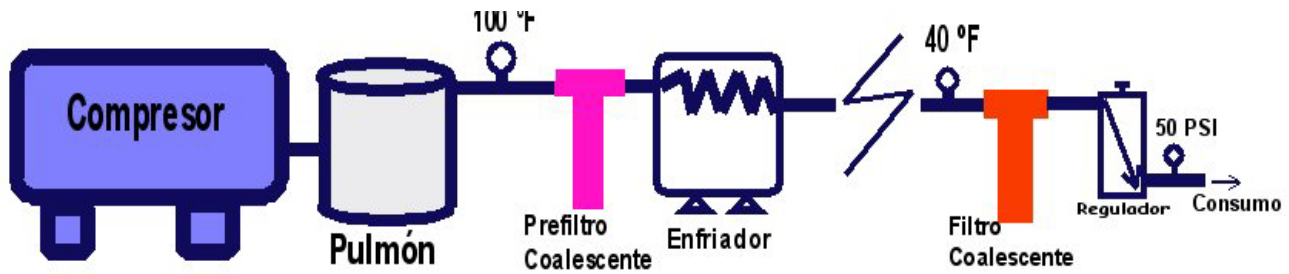
GRADO DE FILTRACION	APLICACION	EFICIENCIA EN PARTICULAS DE 0.3 A 0.6 $\mu$ (%)	CAIDA DE PRESIÓN @ LA RATA DE FLUJO (PSI)	
			ELEMENTO SECO	ELEMENTO HUMEDO
2	Aire extremadamente limpio. Laboratorios	99.999	1 -1.5	6 - 8
4	Sist. Críticos neumaticos. Sist. modulación de flujo y temperatura	99.995	1 -1.5	3.5 - 5
6 (Std)	Sistemas neumáticos en general. Aire respirable	99.97	1 -1.5	2 - 2.5
8	Sistemas neumáticos no críticos	98.50	1 -1.5	1 - 1.5
10	Prefiltrado	95	0.5	0.5 - 0.75
3PU	Instrumentación	98.5 (hasta 0.5 $\mu$ )	0.5	N/A

### INSTALACION:

- Por lo general, los filtros coalescentes se instalan aguas abajo y muy cercano del punto de consumo del aire comprimido.
- Los prefiltros coalescentes se instalan aguas arriba de los pulmones y aguas debajo de los intercambiadores de calor o enfriadores.



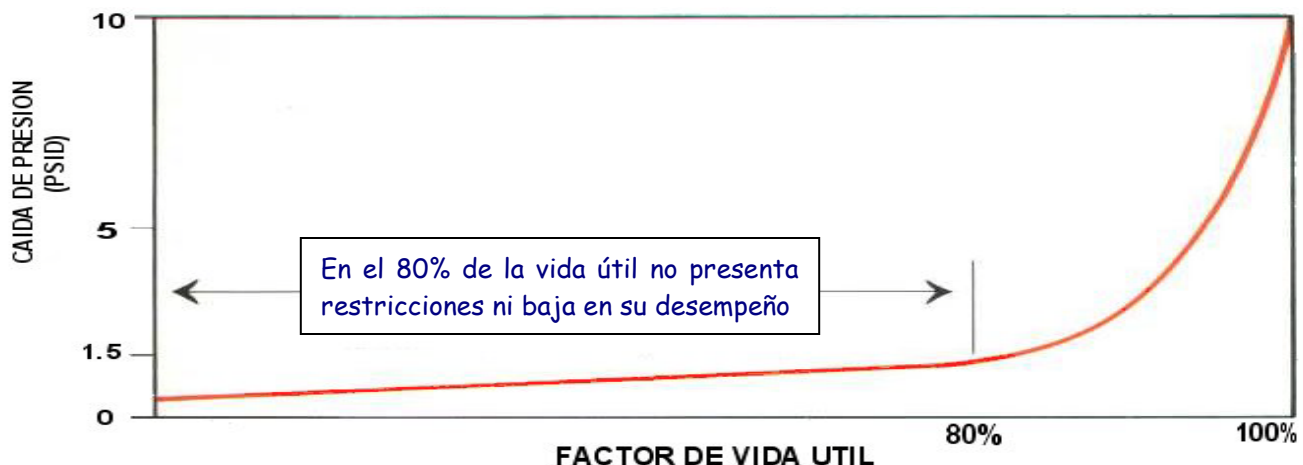
El gráfico siguiente presenta una instalación típica de los filtros coalescentes.



### MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS COALESCENTES:

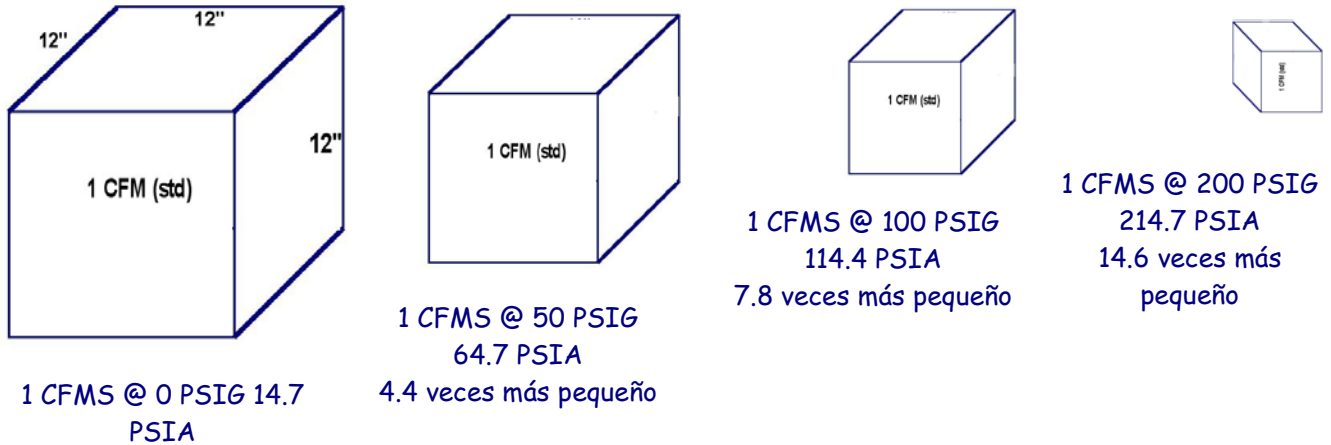
El ciclo de reemplazo del elemento filtrante es un factor muy importante en los sistemas de filtración coalescentes. Generalmente hablando los filtros más eficientes requieren ser reemplazados con más frecuencia porque se obstruyen mas rápidamente por la cantidad de contaminantes que atrapan. Como se dijo anteriormente, la unica forma de conocer que un filtro esta obstruido es conociendo la caída de presión a la salida del filtro o el aumento de la presión diferencial. Por lo general los filtros coalescentes vienen equipados con un indicador de presión diferencial. Esta presión diferencial, al elevarse su valor de forma considerable, indica que se debe reemplazar el elemento filtrante.

Por lo general todos los filtros coalescentes fabricados actualmente tienen un ciclo de vida de 80 por ciento con una caída de presión hasta 1.5 PSI, a partir de este momento el diferencial de presión sube bruscamente, llegando a alcanzar entre 8 y 10 PSI, este será el momento indicado para reemplazar el elemento filtrante.



**COMO SELECCIONAR UN FILTRO COALESCENTE:**

Se debe definir el tamaño del filtro según el flujo y la presión del sistema. Para tener una idea de cómo se comprime el aire veamos la siguiente figura



La mayoría de los filtros están diseñados para trabajar a flujos definidos y siempre a una presión de 100 PSIG, por lo tanto se debe hacer un ajuste para el flujo de trabajo real del sistema, siendo este el parámetro principal para seleccionar el filtro.

Para hacer esto tomamos la formula de la ley de BOYLE, la cual dice que:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Para seleccionar el filtro se debe encontrar el **FUJO AJUSTADO**, con el cual se entrará a los diferentes catálogos de fabricantes y se seleccionará el filtro. Es importante saber que el único parámetro para seleccionar el filtro es el **FLUJO AJUSTADO** no teniendo importancia el puerto de la carcasa, ya que el filtro se puede instalar con conexiones reductoras o expansoras.

**CALCULO DEL FLUJO AJUSTADO @ 100 PSIG:**

$$\text{Flujo Ajustado} = \text{Flujo del sist. (CFM)} \times \frac{100 \text{ PSIG} + 14.7}{\text{Presión sist. (PSIG)} + 14.7} \times \frac{\text{Temp. sist. (° F)} + 460}{530}$$

La Presión del Sistema, Flujo del Sistema y Temperatura del Sistema, son datos que se obtienen en el sitio donde se quiere ubicar el filtro coalescente. Una vez que se tiene el valor del flujo ajustado, se entra en los catálogos y según el requerimiento del grado de la calidad de filtración, se selecciona el filtro (Carcasa y Elemento).

## FILTRACION DE LIQUIDOS

En los procesos tanto industriales o domésticos en los cuales se requiere purificar los líquidos para procesos productivos o para la elaboración de productos de consumo humano, se hace necesario usar filtros que puedan hacer este trabajo. Ya conocemos que los contaminantes de los líquidos pueden ser de origen externos e internos, y por lo tanto debemos eliminar estos contaminantes.

En el proceso de filtración de líquidos es importante conocer ciertos parámetros, los cuales determinaran el tipo de filtro a usar (Carcasa y Elemento), así como también, el material de la media filtrante. Entre estos parámetros están:

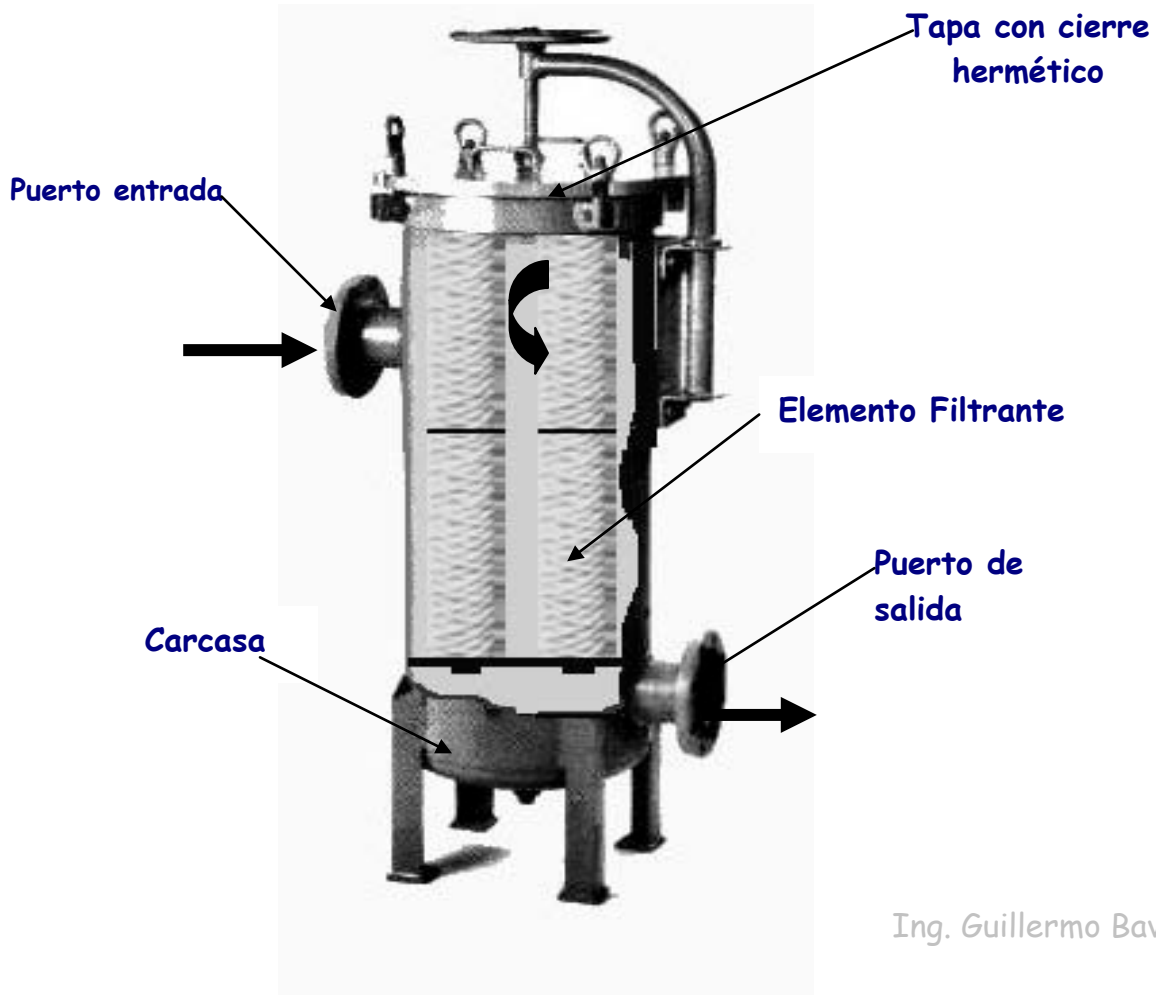
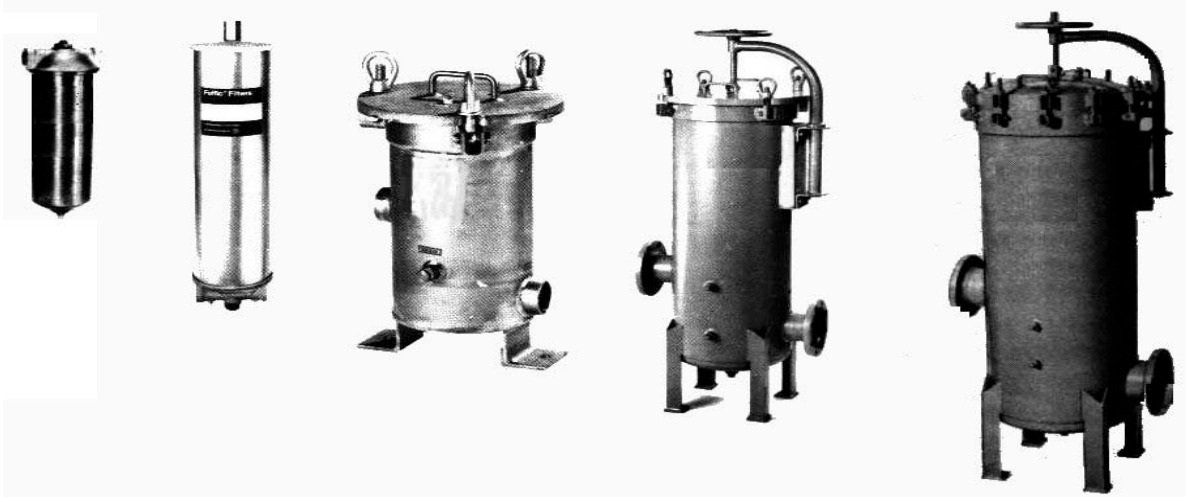
1. **Tipo de liquido a filtrar:** Líquidos para consumo humano (FDA) o uso industrial.
2. **Caudal:** Cantidad del Volumen por unidad de tiempo del liquido a filtrar. (GPM o Lts/seg.)
3. **Densidad:** Masa por unidad de volumen del líquido bajo condiciones específicas de temperatura y presión
4. **Temperatura:** Temperatura de trabajo del liquido a filtrar.
5. **Presión:** Presión de trabajo del líquido a filtrar.
6. **Gravedad específica:** Relación de la masa de un líquido con la masa del mismo volumen de agua destilada.
7. **Viscosidad:** Medida de la resistencia al flujo del líquido. Este varía con respecto a los cambios de temperatura. ([Ver tabla de Viscosidades de líquidos comunes](#))

Por otra parte debemos conocer algunos conceptos básicos en la filtración de líquidos los cuales son necesarios para el diseño y selección del sistema de filtración.

- **Clarificación:** Filtración de líquidos que contienen pequeñas cantidades de sólidos.
- **Emulsión:** Pequeñas gotas de un líquido que se encuentran en suspensión en un segundo líquido y las cuales no se mezclan.
- **Filtros FDA:** Filtros que están fabricados bajo las regulaciones gubernamentales para filtrar líquidos de consumo humano o líquidos que forman parte en el proceso de comidas, bebidas, cosméticos y fármacos. No implica un diseño diferente al resto de los filtros industriales, solo que cambian los materiales para su fabricación.
- **Flujo Laminar:** Flujo de un líquido que no está en estado turbulento. (Velocidad máxima del líquido: 10 pies/Sec. ó 3.05 Mts/Seg.).
- **Sólidos en suspensión:** Mezcla de sólidos suspendidos en un líquido.
- **Turbidez:** Aumento o variación del color de un líquido debido a las partículas contaminantes en el mismo.



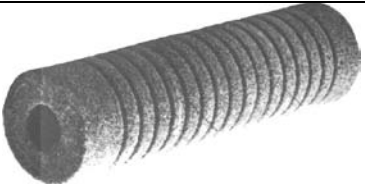



**TIPOS DE FILTROS PARA LIQUIDOS:**

En la gráfica que se muestra a continuación se presentan algunos tipos de carcasas (Housing) típicos para la filtración de líquidos. Estas carcasas pueden ser más grandes o más pequeñas dependiendo de: **la cantidad de líquido a filtrar (Flujo), las presiones, temperaturas de trabajo y la viscosidad del fluido.** Interiormente contienen los elementos filtrantes adecuados para el tipo de líquido a filtrar y también de acorde con los parámetros antes señalados.



## G.A.B.P. Ingeniería

Los elementos filtrantes pueden ser de varias formas, el material de la media filtrante es muy variado y se usan dependiendo del tipo de líquido a filtrar. Entre los elementos se pueden encontrar los siguientes:

TIPO	MATERIAL	USO	ILUSTRACION
Cartucho cerámico	Cerámica porosa	Agua domestica	
Cartucho tejido	Polipropileno Rayón	Líquidos de consumo humano e industriales	
	Nylon Acetato Algodón	Líquidos de procesos industriales	
Cartucho de resinas fenolicas	Fibras acrílicas compactadas con resinas fenólicas	Líquidos para procesos industriales	
Bolsas (bag)	Rayón Nylon Acetato Algodón	Líquidos de procesos industriales	
Cestas metálicas	Malla de acero al carbono y acero inoxidable	Líquidos de consumo humano e industriales	
Cartuchos de papel	Celulosa (Papel plisado)	Líquidos de consumo humano e industriales	

Cada uno de los materiales de la media filtrante está especificado para un tipo de líquido en especial. Solo en los catálogos de fabricantes de filtros podemos seleccionar los elementos adecuado para filtrar el líquido en cuestión.

También es importante que en los elementos filtrantes usados para líquidos de consumo humano, el tubo central sea de polipropileno o de acero inoxidable según regulaciones FDA.

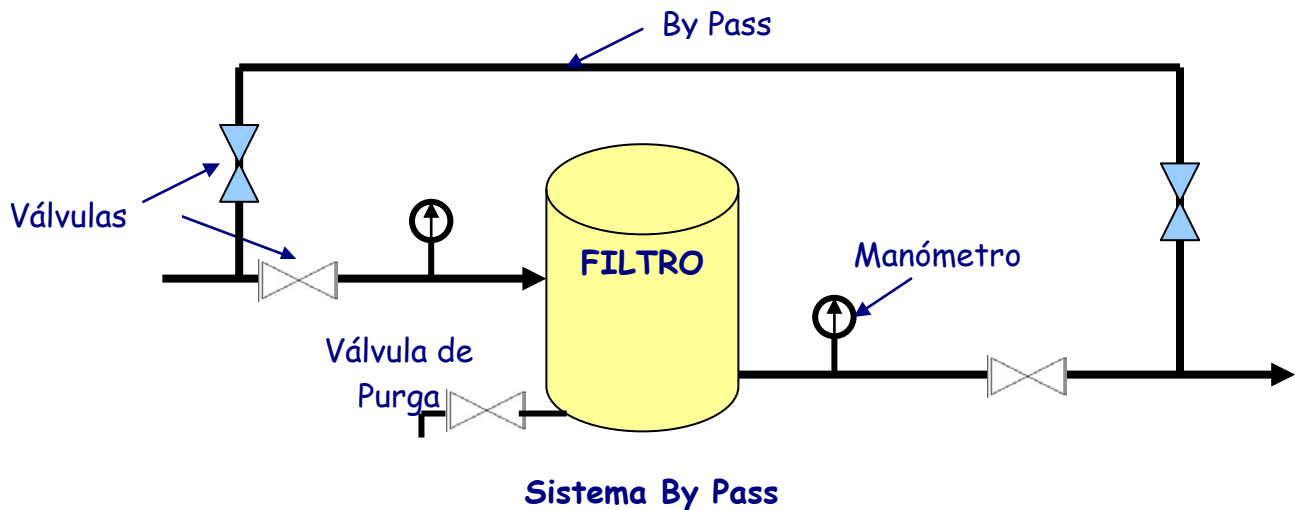
El tamaño del poro (Micronaje) del elemento filtrante, se selecciona de acuerdo a la calidad de filtración que se desea. Los fabricantes de filtros ofrecen una gama amplia de micronaje que pueden ir desde 0.5 hasta 200 o mas micrones ( $\mu$ ).

Con respecto al tamaño de los elementos, también se ofrecen una amplia gama y pueden ser desde 2 Pulgadas hasta 5 pulgadas de diámetro y desde 10 pulgadas hasta 70 pulgadas de longitud, todo esto dependiendo del tamaño de la carcasa o housing. El tamaño de los elementos es importante, ya que del área filtrante que ellos posean, depende el flujo (caudal) que puedan filtrar sin restricciones de caída de presión.

### INSTALACION Y MANTENIMIENTO:

La instalación de los filtros se hace directamente a la tubería por donde circula el fluido, estas carcasas pueden ser roscada o bridadas dependiendo del tamaño y son de fácil instalación.

Siempre que se instale un filtro, se debe tener en cuenta instalar también un sistema de ByPass, ya que este permitirá el cambio de los elementos sin tener que parar el proceso productivo. (Ver figura siguiente)



En lo que respecta al mantenimiento, es recomendable la instalación de manómetros a la entrada y salida de la carcasa (Ver figura anterior) para poder conocer la caída de presión cuando los elementos están obstruidos y así reemplazarlos. Cada vez que se reemplacen los elementos filtrantes debe realizarse un lavado interior de la carcasa ya que en sus paredes se sedimentan muchos contaminantes los cuales pueden ayudar a obstruir prematuramente a los elementos nuevos. Por lo general las carcasas contienen una válvula de purga por donde vaciarlas cuando se limpian interiormente.



VISCOSIDAD Y GRAVEDAD ESPECIFICA DE LIQUIDOS COMUNES ([Regresar](#))

LIQUIDO	GRAVEDAD ESPECIFICA	VISCOSIDAD (SAYBOLT UNIVERSAL SECOND)			
		4.5°C	27°C	50°C	71°C
Agua	1.0	31.5	31.5	31.5	31.5
Gasolina	0.68 - 0.74	30	30	30	30
Jet Fuel	0.74 - 0.85	35	35	35	35
Diesel 2D	0.82 - 0.95	100	53	40	35
Aceite SAE20	0.88 - 0.93	2400-9000	400-1100	130-280	65-110
Aceite SAE40	0.88 - 0.93	14000-19000	1800-2400	400-550	150-200
Aceite SAE50	0.88 - 0.93	19000-45000	2400-4000	550-850	200-280
Aceite SAE90	0.88 - 0.93	14000	2200	650	240
Aceite SAE140	0.88 - 0.93	35000	5000	1200	400
Aceite de coco	0.925	1500	250	100	60
Aceite de maiz	0.924	1600	400	175	80
Gas (liquado)	0.887	180	60	45	-
Aceite de oliva	0.916	1500	320	150	80
Aceite de palma	0.924	1700	380	160	90
Aceite de maní	0.920	1200	300	150	80
Aceite de sesamo	0.923	1100	290	130	60
LIQUIDO	GRAVEDAD ESPECIFICA	VISCOSIDAD (SAYBOLT UNIVERSAL SECOND)			
		21°C	38°C	54°C	
Glucosa	1.35-1.44	-	35000-100000	10000-13000	
Miel	-	-	340	-	
Melaza	1.40-1.49	-	1300-250000	700-75000	
Tinta impresora	1.0-1.38	-	2500-10000	1100-3000	
Tinta periodicos	-	-	5500-8000	2400	
Propileno	1.038	240.6	-	-	
Glicerina (100%)	1.26	2900	813	-	
Silicato de soda	-	-	365-640	-	
Acido sulfurico	1.83	75	-	-	
Crudo liviano	0.8-0.85	100-200	38-86	-	

**BIBLIOGRAFIA:**

- TECH TIPS, Revista de Mantenimiento, **Baldwin filters**.
- MANUALES TECNICOS. **Parker Hannifin**, Filter División.
- MANUALES DE MANTENIMIENTO, **Ingersoll-Rand**, Constrution & Mining División.