



AUTOMATISMO INDUSTRIAL

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS INDUSTRIALES

ESTE MATERIAL FUE CEDIDO GENTILMENTE POR



Oscar Entin Filtración Industrial S.A.

*Soluciones integrales en Filtración Industrial, Compresores
Centrifugos y Tratamiento de Aire Comprimido y Gases*



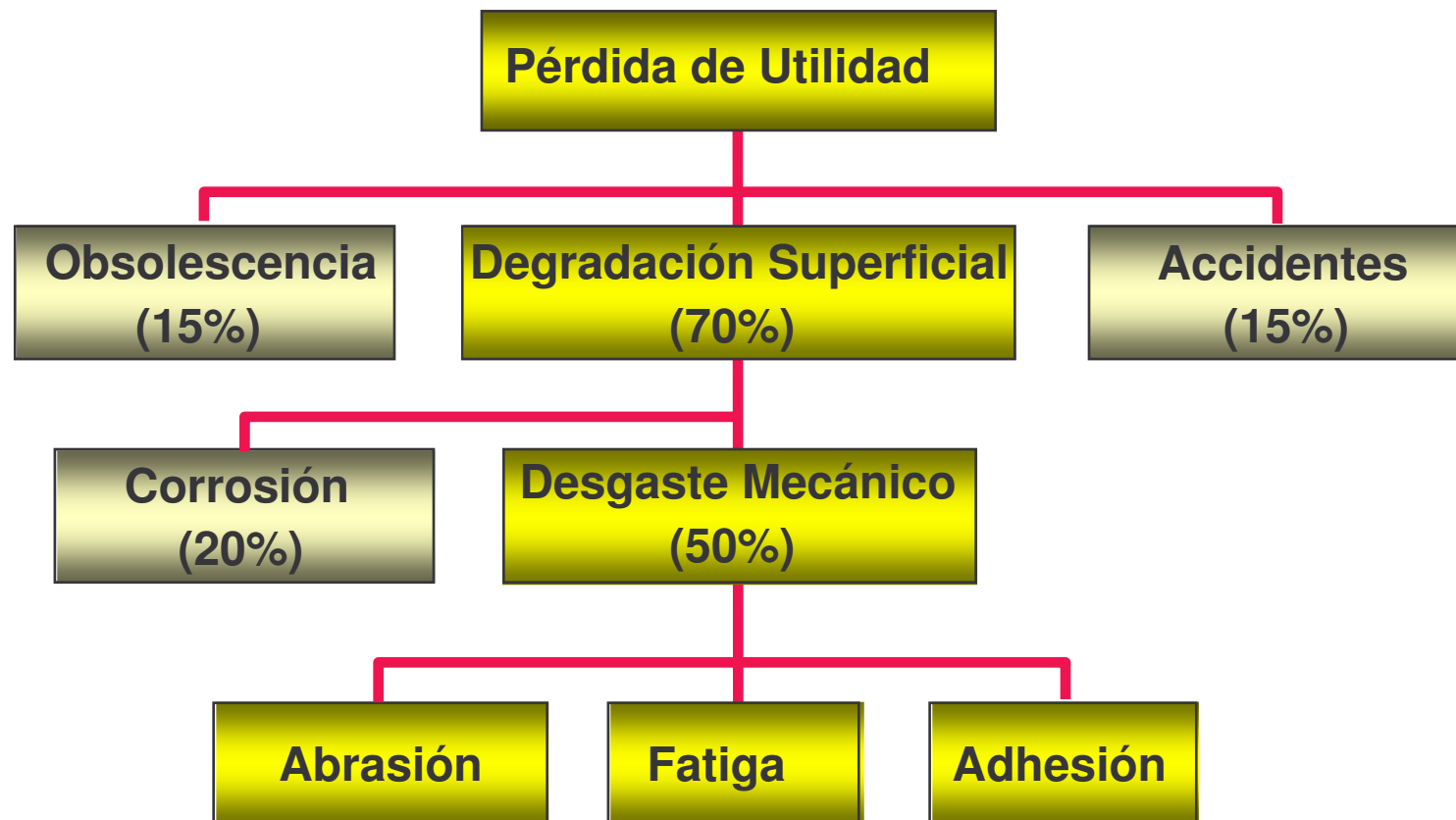


AUTOMATISMO INDUSTRIAL

**FUNDAMENTOS SOBRE LA
CONTAMINACIÓN**



EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS HIDRÁULICOS Y DE LUBRICACIÓN

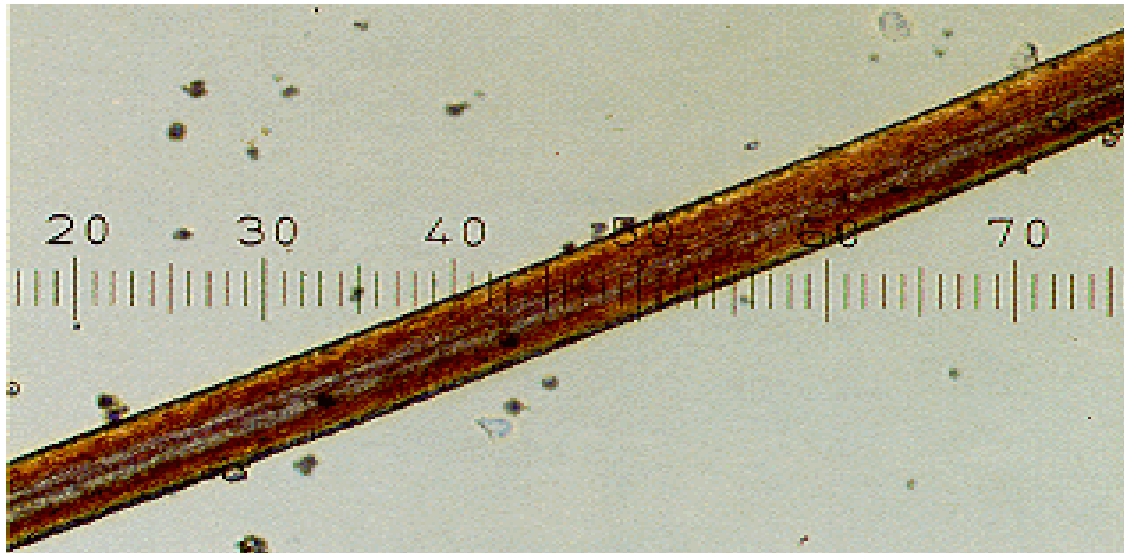




MIDIENDO CONTAMINANTES

La Micra (μm)

- *Resolución del ojo humano = $40\ \mu\text{m}$*
- *$1\ \mu\text{m} = 1\text{ milimetro} / 1000$*
- *$10\ \mu\text{m} = 1\text{ milimetro} / 100$*



Cabello Humano ($75\ \mu\text{m}$), partículas ($10\ \mu\text{m}$) Fotografía a 100 aumentos.



FUENTES DE CONTAMINACIÓN

- FABRICACIÓN**
- GENERADA INTERNAMENTE**
- INGERIDA DEL AMBIENTE**
- INGERIDA DURANTE EL MANTENIMIENTO**



FUENTES DE CONTAMINACIÓN (CONT)

- **Fabricación:**
 - *Cilindros, latiguillos, motores y bombas, depósitos, placas, bloques, distribuidores, etc.*
- **Contaminantes generados internamente:**
 - *Ensamble del sistema*
 - *Operación del sistema*



FUENTES DE CONTAMINACIÓN (CONT)

- **Contaminación ingerida del ambiente:**
 - *Respiraderos del tanque*
 - *Sellos de cilindros*
 - *Sellos de rodamientos*
- **Contaminantes introducidos en el mantenimiento:**
 - *Ensamble / Desensamble*
 - *Cambios de aceite*



MEDICIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN

Métodos de conteo de partículas:

- *Conteo Óptico por Microscopio*
- *Conteo de partículas automático*
- *Patch test, Comparador, Fotomicroscopio, Ensayos en Campo.*



CONTEO ÓPTICO POR MICROSCOPIO



- **Beneficios**
 - *Provee conteo ($>2\mu\text{m}$) códigos ISO*
 - *Identifica la contaminación*
 - *No es afectado por contaminación de aire o agua*
 - *Fluidos opacos y oscuros pueden ser analizados*
- **Limitaciones**
 - *Consume tiempo considerable*
 - *Requiere un analista entrenado*



CONTEO AUTOMÁTICO DE PARTÍCULAS

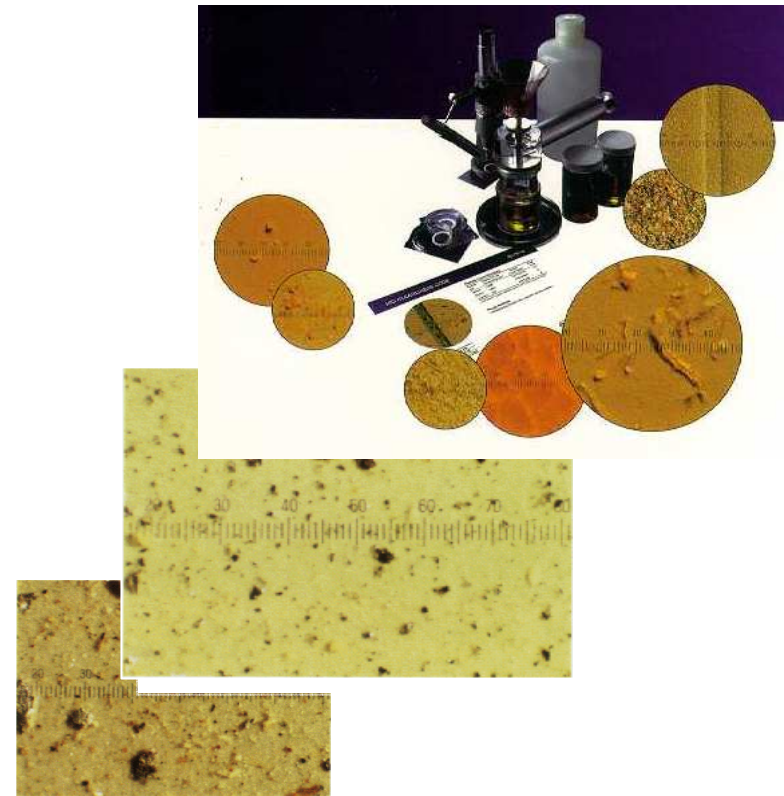


- **Beneficios**
 - *Rápido y repetitivo*
 - *Provee Conteo real*
 - *Provee código ISO ($>2\mu m$)*
- **Limitaciones**
 - *Sensible a contaminantes no-particulados (agua, aire, gels)*
 - *No identifica contaminantes*
 - *Instrumento caro y delicado*
 - *No permite examinar fluidos oscuros u opacos*
 - *Requiere un operador entrenado*



PATCH TEST, COMPARADOR & FOTOMICROSCOPIO

- **Beneficios**
 - *Análisis in-situ, provee una rápida respuesta*
 - *Provee un exacto código ISO*
 - *Provee información sobre el tipo de contaminación*
- **Limitaciones**
 - *No indicado para muestras limpias (< ISO 12/10)*
 - *Solo muestra partículas >5 μ m*





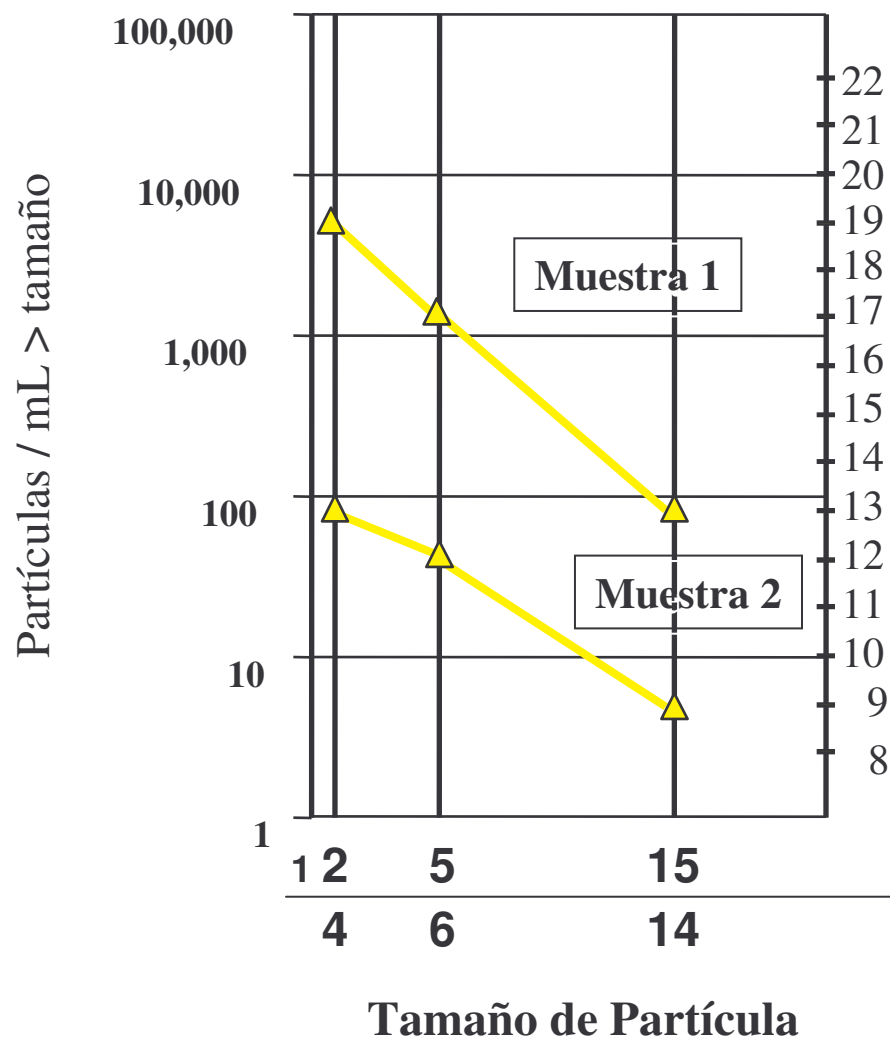
REPORTANDO CÓDIGOS DE LIMPIEZA

Código de limpieza ISO

- *Formato conveniente para reportar datos de conteo de partículas.*
 - *Gráfico de tamaño de partícula vs. Concentración de partículas*
- *Codificación simplificada*
- *Se concentra en tres rangos de tamaño de partículas:*
 - *Número total de partículas $> 2\mu m$*
 - *Número total de partículas $> 5\mu m$*
 - *Número total de partículas $> 15\mu m$*



ISO 4406



Códigos ISO

Muestra 1:
19/17/13

Muestra 2:
13/12/09

*Antiguos ISO 4406 tamaños
Y conteo de microscopio, μm*

Conteo APC, μm(c)



CÓDIGO ISO 4406

- *El Código ISO de contaminación sólida es un medio universal y conciso de expresar el nivel de contaminación por partículas en un fluido.*
- *Un código de limpieza ISO se asigna citando los tres números de clasificación ISO para los números de partículas mayores que 2, 5 y 15 mm por ml.*
- *Ha sido adoptado por la Sociedad de Ingenieros de Automóviles SAE (SAE J1165)*
- *Si un conteo acumulativo cae entre concentraciones adyacentes de partículas el número apropiado de clasificación ISO se encuentra opuesto a la mayor concentración.*

	2um	5um	15um	25um
26				320000 - 640000
25				160000 - 320000
24				80000 - 160000
23				40000 - 80000
22				20000 - 40000
21				10000 - 20000
20				5000 - 10000
19				2500 - 5000
18				1300 - 2500
17				640 - 1300
16				320 - 640
15				160 - 320
14				80 - 160
13				40 - 80
12				20 - 40
11				10 - 20
10				5 - 10
9				2,5 - 5
8				1,3 - 2,5
7				0,6 - 1,3
6				0,3 - 0,6
5				0,16 - 0,3
4				0,08 - 0,16
3				0,04 - 0,08
2				0,02 - 0,04

Código ISO según NORMA 4406

Cant. de Partículas / ml



NÚMEROS DE RANGO ISO

Concentración de Partículas (Partículas por Ml)	Numero de Rango
40,000 - 80,000	23
20,000 - 40,000	22
10,000 - 20,000	21
5,000 - 10,000	20
2,500 - 5,000	19
1,300 - 2,500	18
640 - 1,300	17
320 - 640	16
160 - 320	15
80 - 160	14
40 - 80	13
20 - 40	12
10 - 20	11



CONTEO DE PARTÍCULAS

DEFISA $\beta_3 > 200$

Resumen de conteo de partículas

Tamaño Partícula	Numero por ml.	Rango Código
2 μm	85	14
5 μm	41	13
15 μm	12	11

Código ISO limpieza:
14 / 13 / 11



**CONTEO DE PARTÍCULAS
ACEITE
NUEVO DE TAMBOR**

Resumen de conteo de partículas

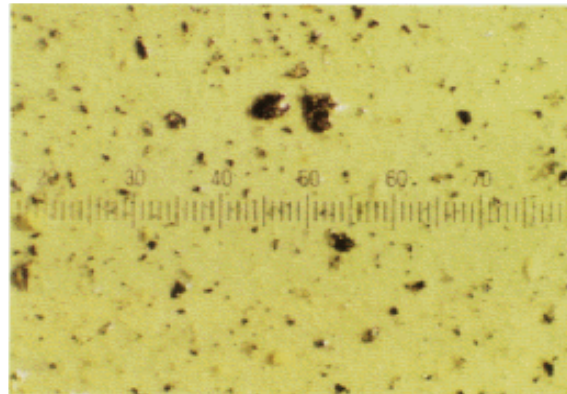
Tamaño Partícula	Numero por ml.	Rango Código
2 μm	33,121	22
5 μm	7,820	20
15 μm	2,440	18

Código ISO limpieza:
22 / 20 / 18

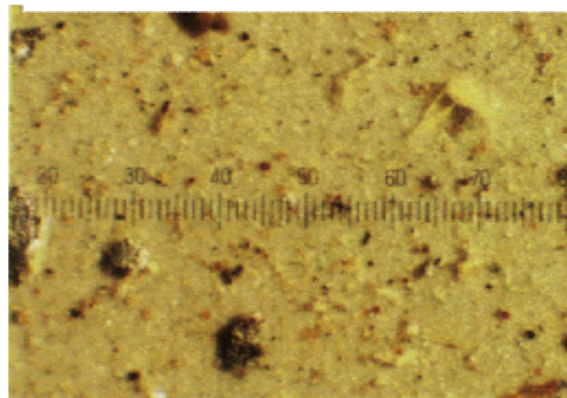


NIVELES DE CONTAMINACIÓN TÍPICOS

*Aceite nuevo
de tambor
22/20/18*



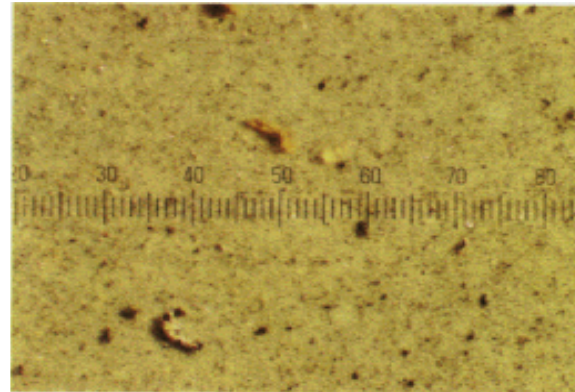
*Sistema nuevo con
contaminantes
generados
internamente
23/22/20*



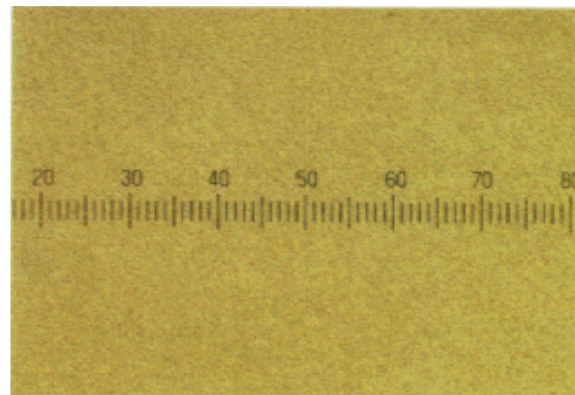


NIVELES DE CONTAMINACIÓN TÍPICOS

*Sistema con típica
filtración
hidráulica
20/18/16*



*Sistema con
 $b_3 > 200$
14/13/11*





AUTOMATISMO INDUSTRIAL

**DESGASTE INDUCIDO POR LA
CONTAMINACIÓN**

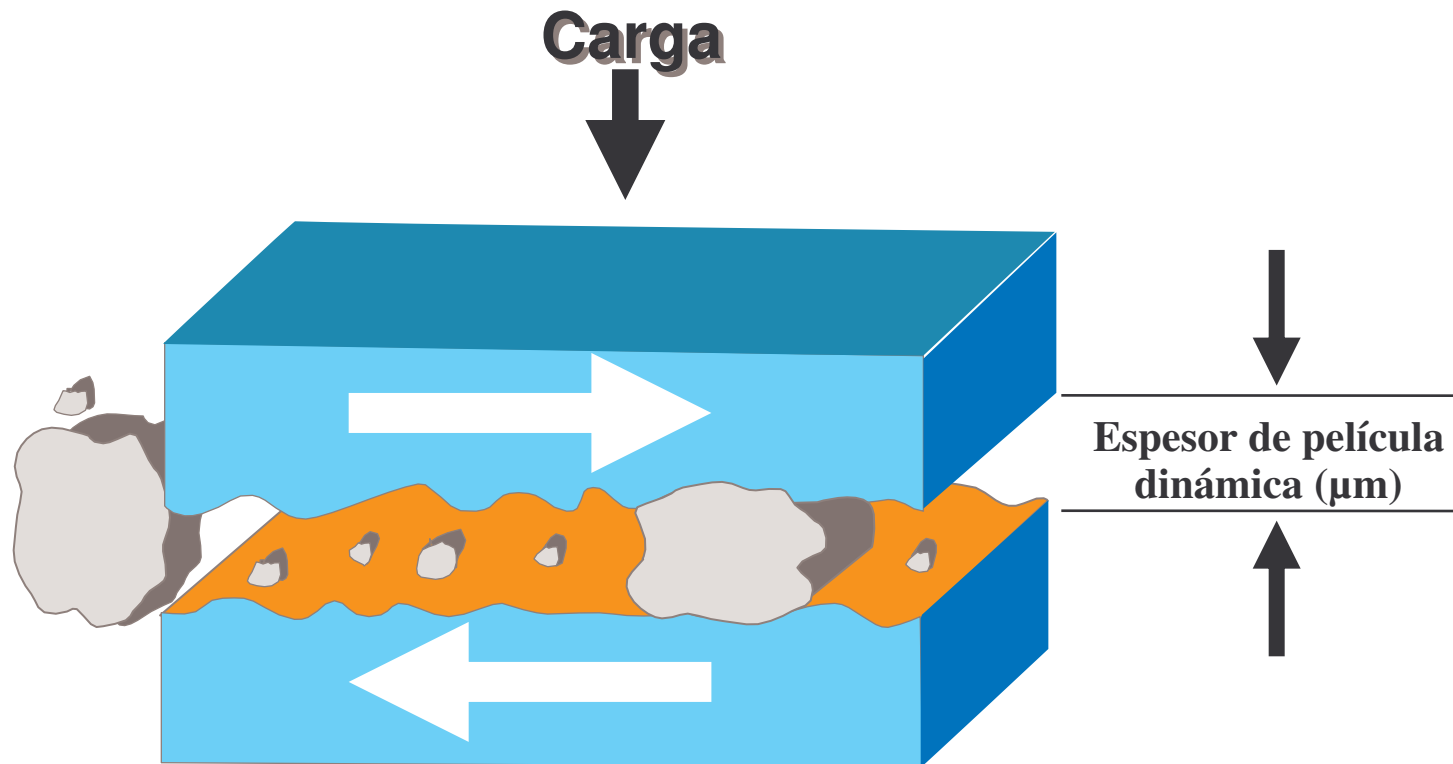


MECANISMOS DE DESGASTE

1. *Desgaste Abrasivo*
Partículas entre superficies adyacentes en movimiento
2. *Desgaste Erosivo*
Partículas y fluido a alta velocidad
3. *Desgaste Adhesivo*
Contacto metal con metal por corte de película
4. *Desgaste por fatiga*
Superficies dañadas por partículas
5. *Desgaste corrosivo*
Agua o Químicos



DESGASTE ABRASIVO

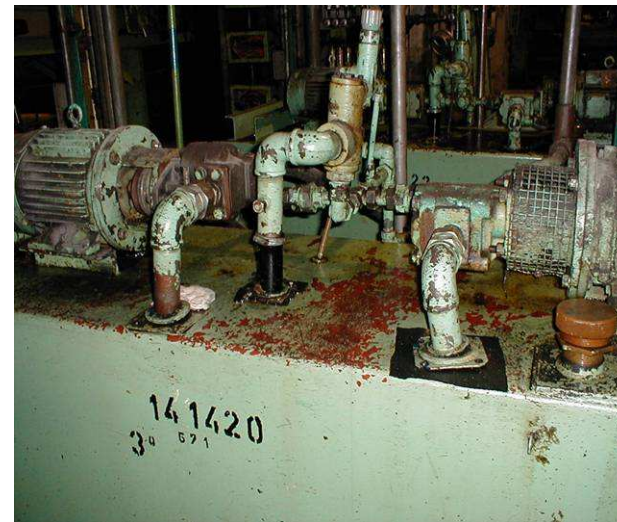


Las partículas se sitúan en las tolerancias entre dos superficies en movimiento, se encajan en una de ellas y actúan como herramientas de corte, extrayendo material de la otra superficie. Las partículas que causan mayor daño son aquellas cuyo tamaño coincide o es ligeramente superior a la tolerancia entre las superficies



EFECTOS DEL DESGASTE ABRASIVO

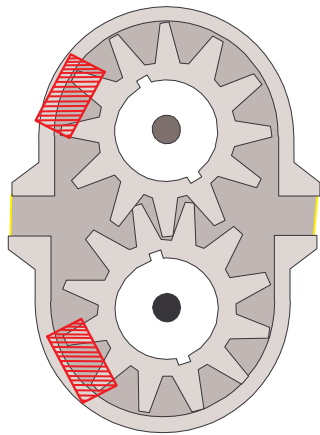
- *Cambios dimensionales*
- *Pérdidas*



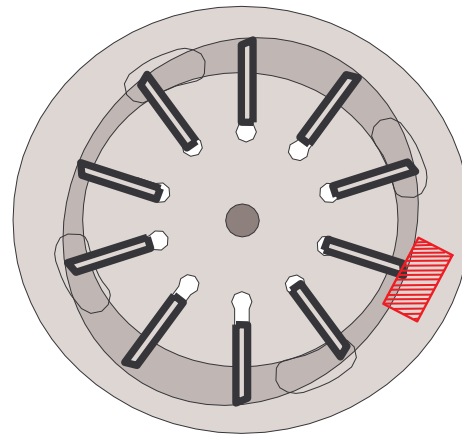
- *Baja eficiencia*
- *Partículas generadas = Mayor desgaste*



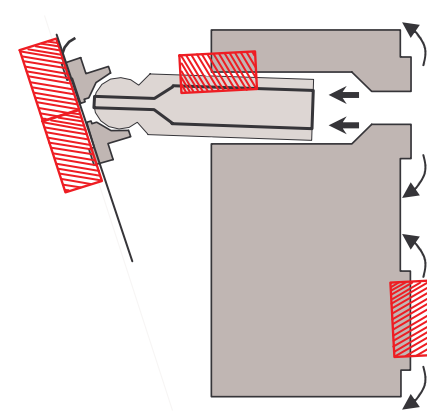
DESGASTE DE BOMBAS HIDRÁULICAS



Bomba de engranajes
Huelgo dinámico
Diente a carcasa:
 $0.5 - 5 \mu m$



Bomba de paletas
Huelgo dinámico
Laterales paletas:
 $5 - 13 \mu m$
Paletas - carcasa:
 $0.5 - 1 \mu m$



Bomba de pistón
Huelgo dinámico
Pistón – Camisa:
 $5 - 40 \mu m$
Asiento cilindro:
 $0.5 - 5 \mu m$



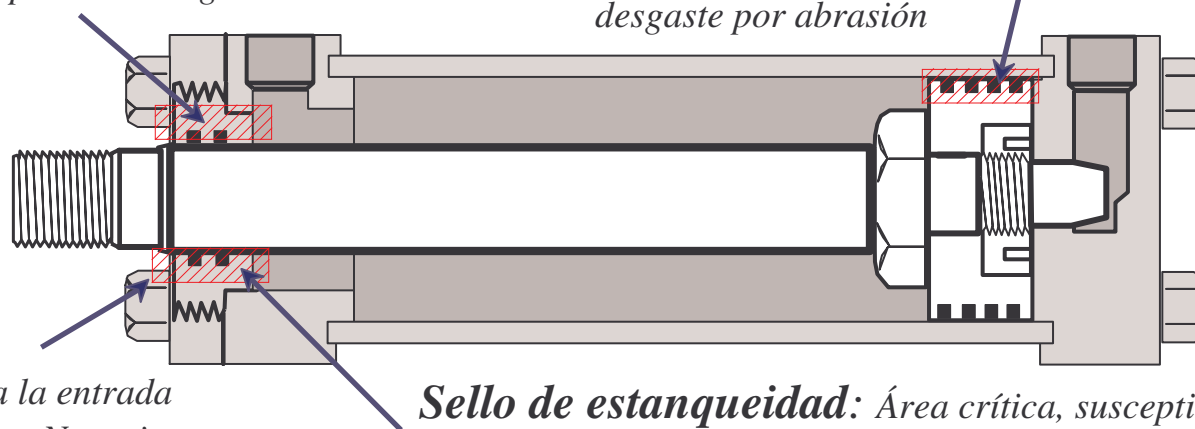
DESGASTE DE CILINDROS HIDRÁULICOS

Casquillo de bronce:

Susceptible de desgaste acelerado

Juntas del pistón:

Área crítica muy susceptible al desgaste por abrasión



Rascador: *Limita la entrada de partículas grandes. No retiene microsólidos*

Sello de estanqueidad: *Área crítica, susceptible al desgaste por abrasión*

Consecuencias de la contaminación por microsólidos

Desgaste de la junta del vástago

Pérdidas de Aceite

Desgaste del casquillo de bronce

Pérdida de alineación del vástago.

Desgaste de las juntas del pistón

Pérdida de velocidad

Desgaste de segmentos

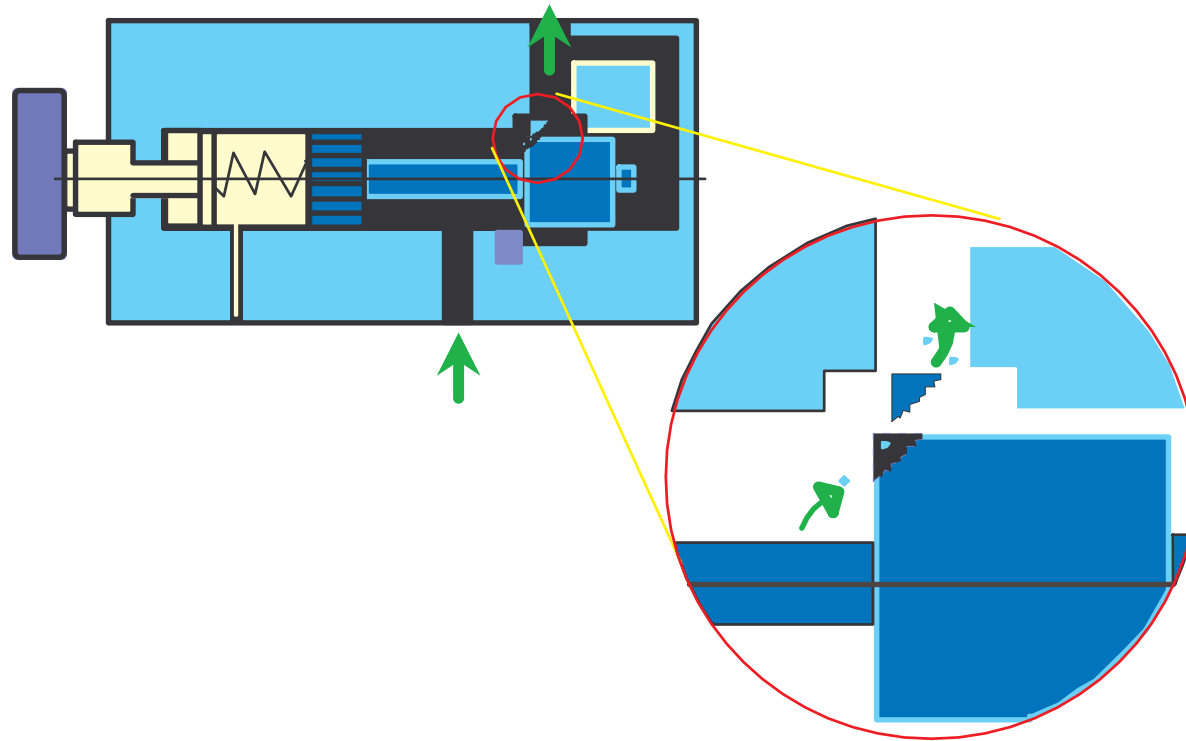
Pérdidas de estabilidad y alineación

El vástago y los sistemas de estanqueidad de los cilindros contribuyen notoriamente a la entrada de contaminación en el sistema.

Los puntos de mayor entrada de contaminación, aun con sistemas de sellado que posean mínimas pérdidas. Esto acentúa la necesidad de una filtración adecuada y efectiva para retener los microsólidos.



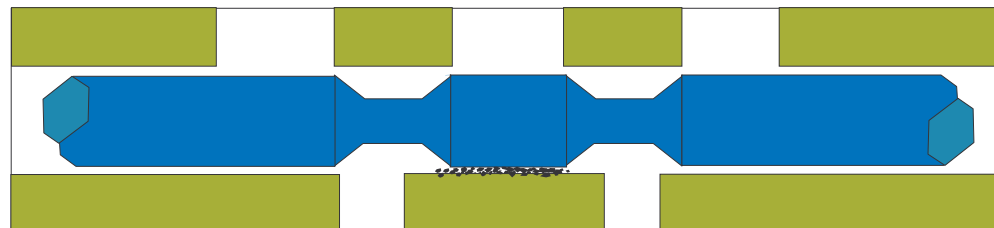
DESGASTE EROSIVO



El desgaste erosivo es causado por partículas contaminantes que al impactar contra la superficie arrancan material. Aparece principalmente en componentes donde el fluido se mueve a altas velocidades.



CONTAMINACIÓN POR MICROSÓLIDOS EN CORREDERAS DE ELECTROVÁLVULAS



Tolerancias Dinámicas Típicas:

<i>Servo Válvula</i>	<i>1 - 4 μm</i>
<i>Válvula Proporcional</i>	<i>1 - 6 μm</i>
<i>Válvula Direccional</i>	<i>2 - 8 μm</i>

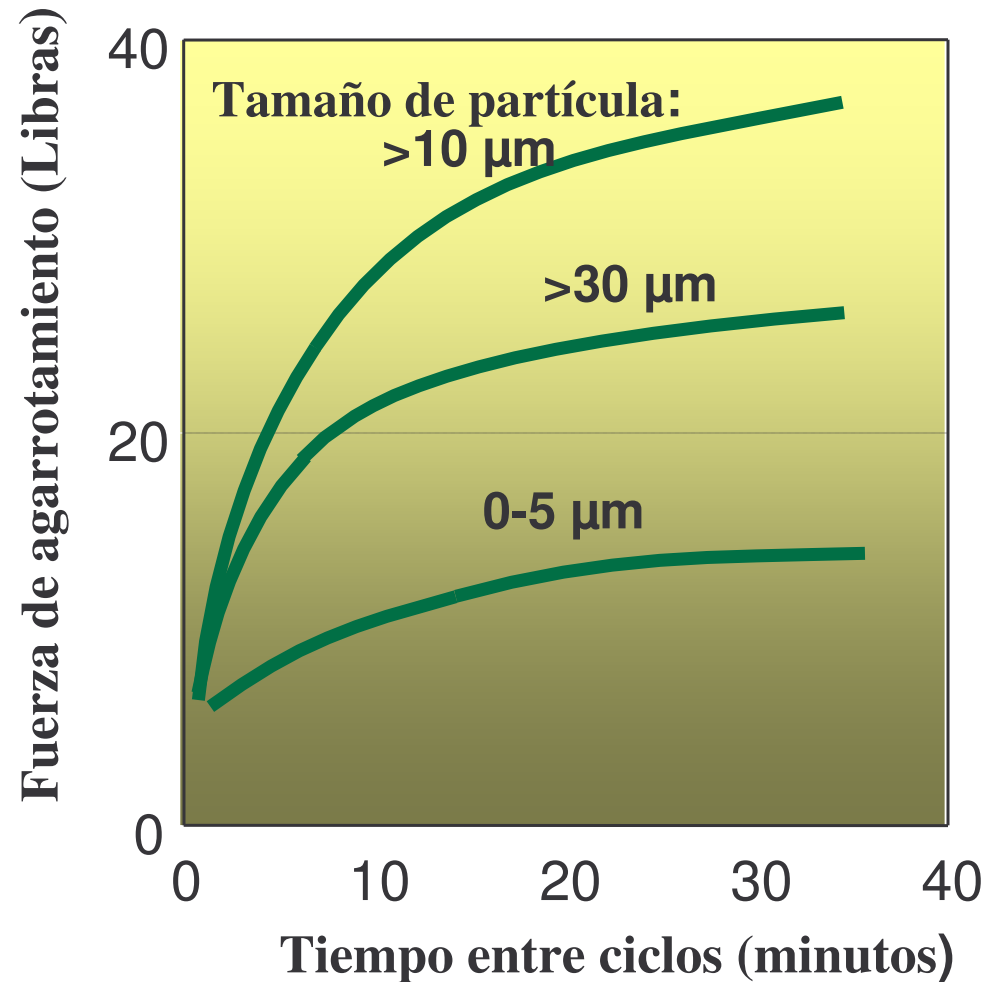
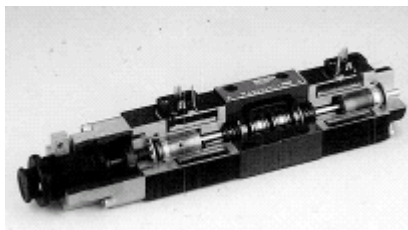
Los microsolidos causan problemas en las válvulas:

- Respuesta lenta – inestabilidad*
- Bloqueo de la corredera – restricción de movimientos*
- Erosión superficial*
- Solenoides quemados*
- Fallo de los sistemas de seguridad*



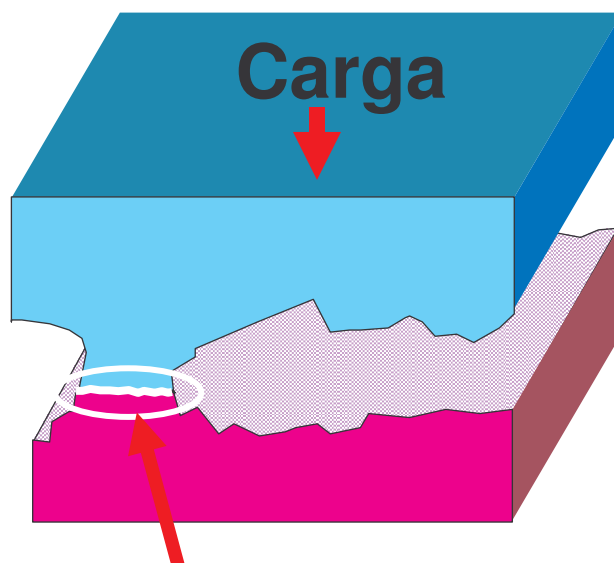
FUERZA PARA MOVER UN EJE AGARROTADO

- *Condiciones para válvula direccional.*
60 l/min, 210 bar
Tolerancia radial: 8 μm
- *La fuerza se incrementa con el tiempo entre ciclos (minutos) y las partículas del tamaño de la tolerancia.*

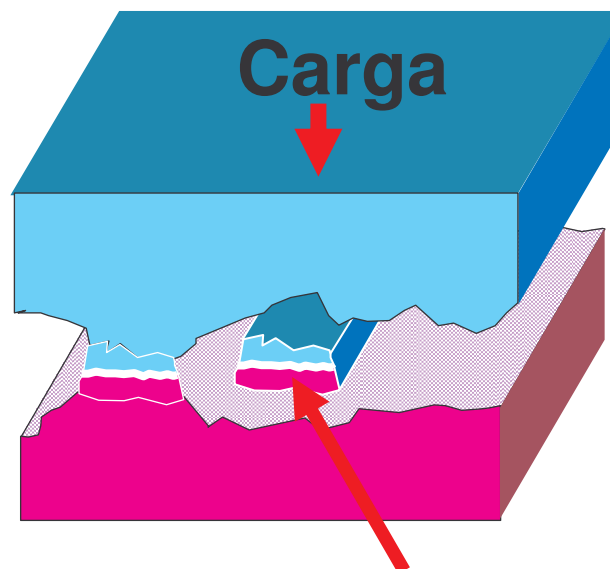




DESGASTE POR ADHESIÓN



Puntos de soldadura



Partículas generadas por el desgaste

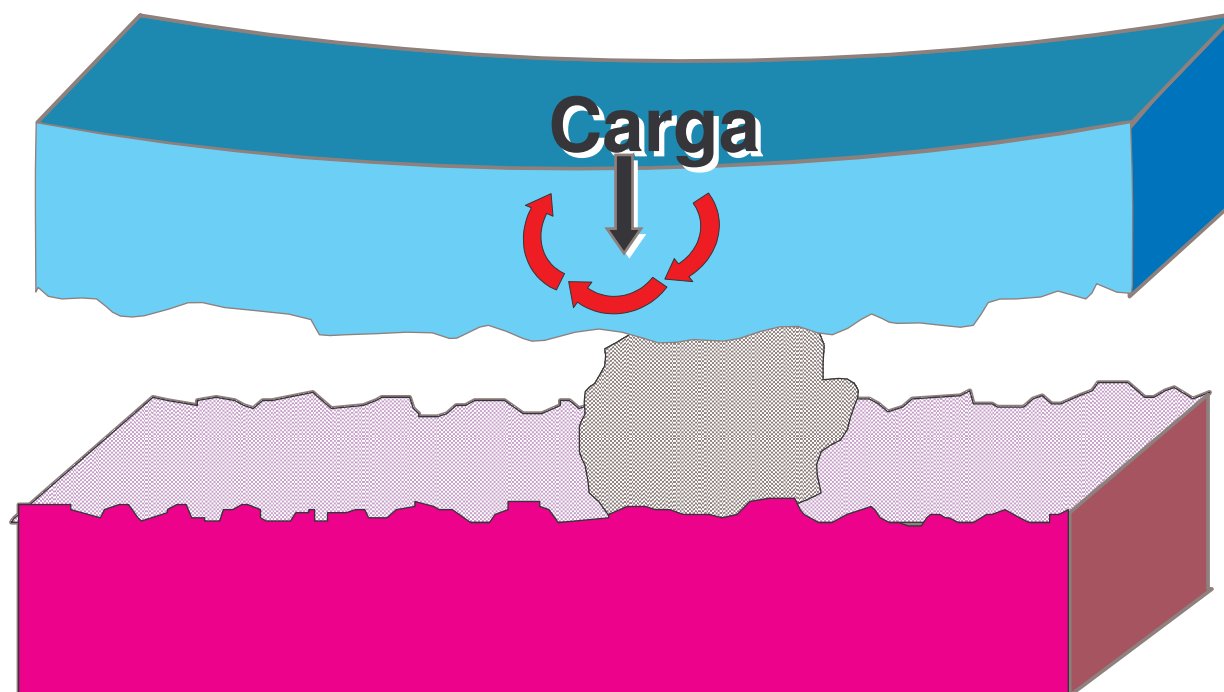
Consecuencias del desgaste por adhesión.

La sollicitación excesiva, la baja velocidad y/o la reducción en la viscosidad del fluido puede reducir el espesor de la película lubricante a tal punto que se produce un contacto entre las superficies opuestas. En esos contactos se generan puntos de soldadura y las partículas son arrancadas cuando la superficie se mueve.



DESGASTE POR FATIGA

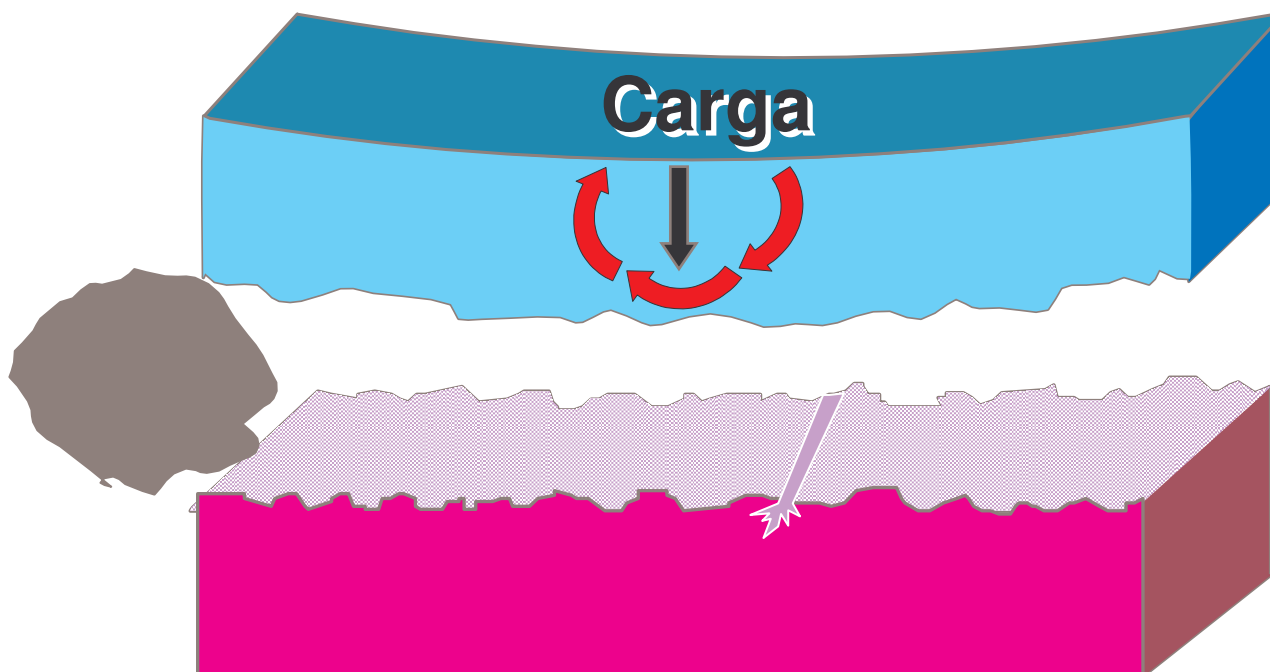
Partícula atrapada





DESGASTE POR FATIGA

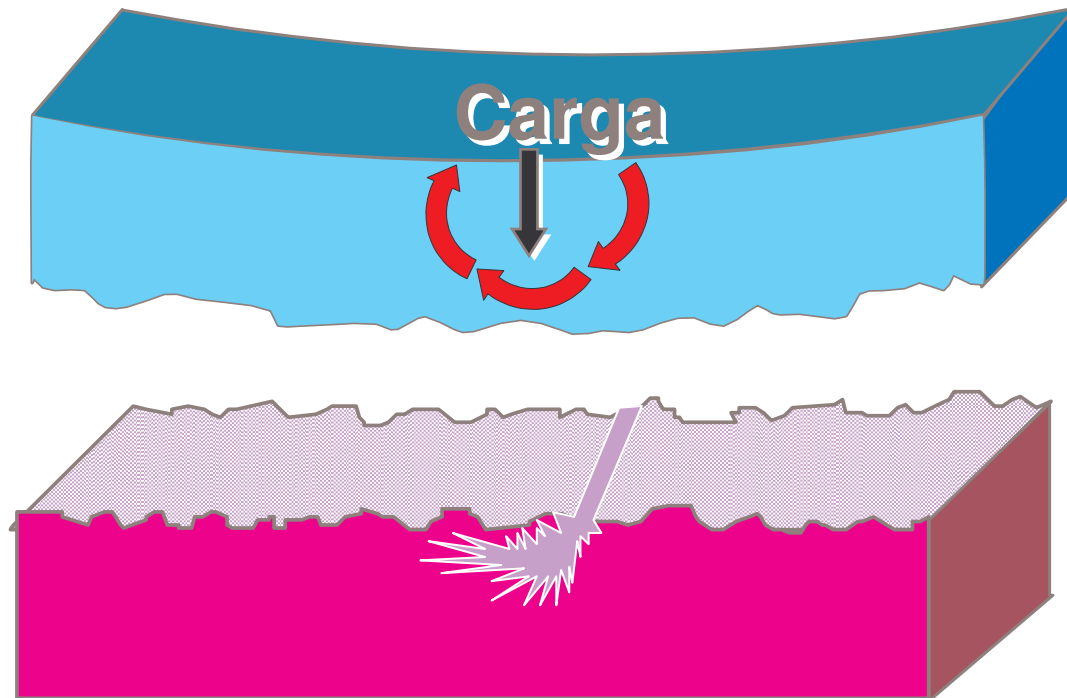
Superficies melladas, se inician grietas





DESGASTE POR FATIGA

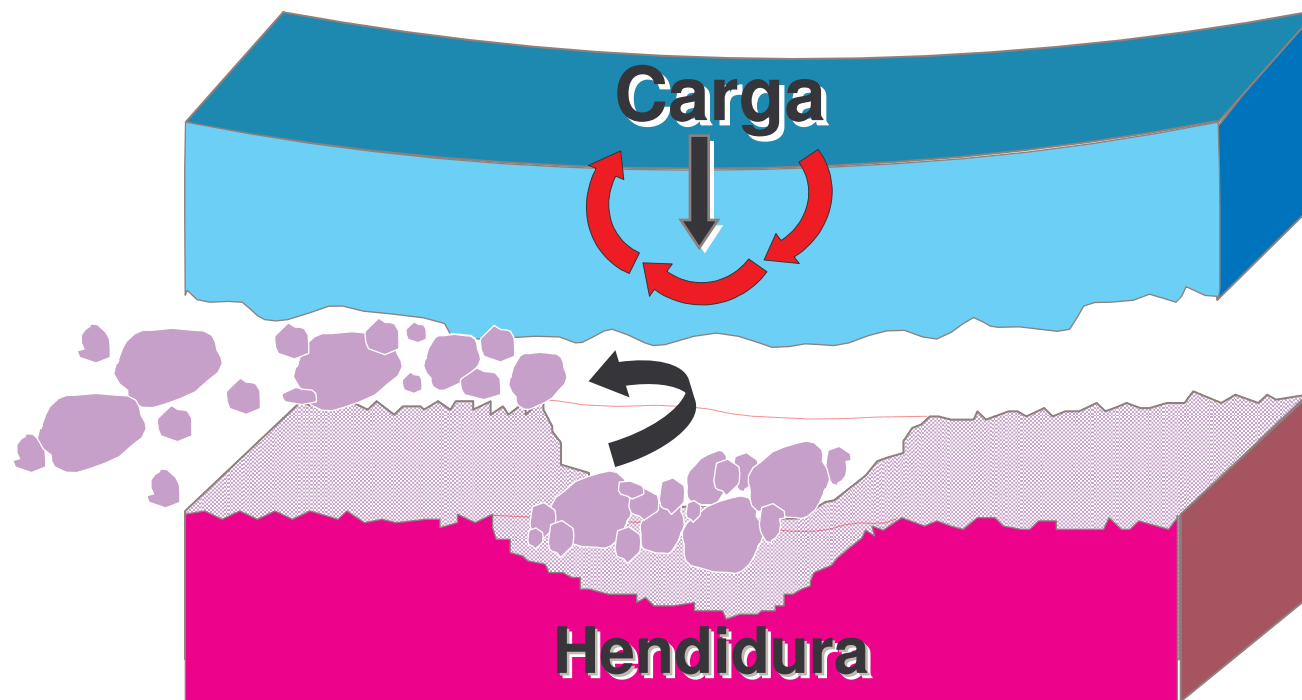
Después de N ciclos, las grietas se extienden





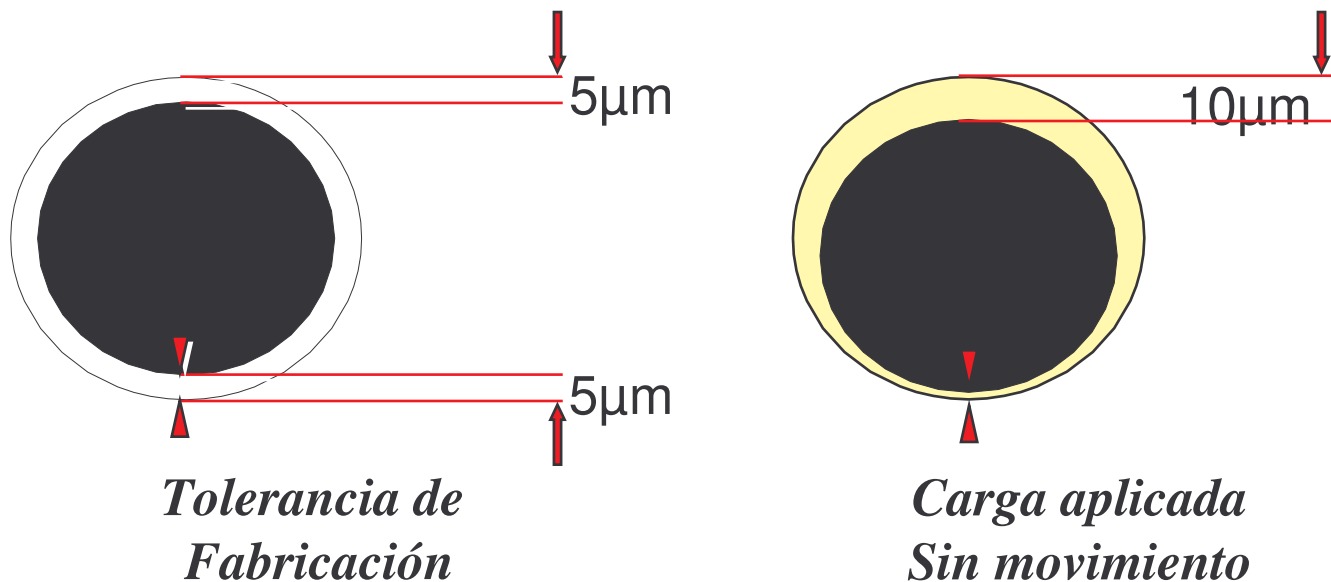
DESGASTE POR FATIGA

La superficie falla, liberando partículas.





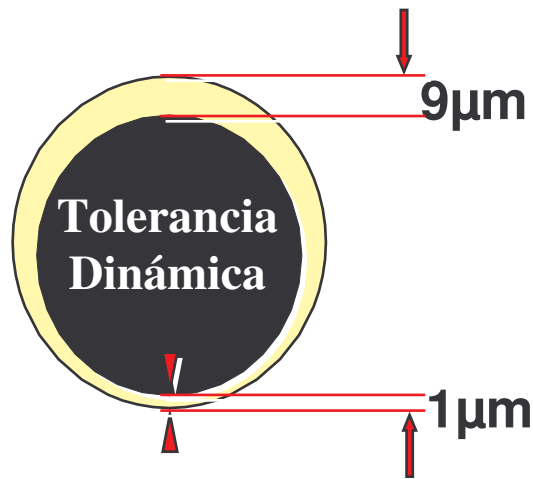
DESGASTE EN RODAMIENTOS



El huelgo dinámico no es equivalente a la tolerancia de fabricación, depende de la carga, velocidad y viscosidad del lubricante. Una película lubricante separa las superficies en movimiento para evitar el contacto entre los metales.

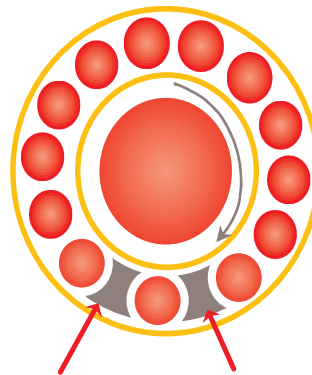


ESPESOR DE PELÍCULA LUBRICANTE EN RODAMIENTOS



*Carga y movimiento
Con lubricación*

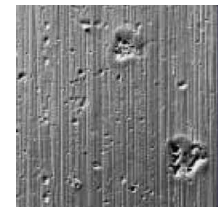
Engranaje



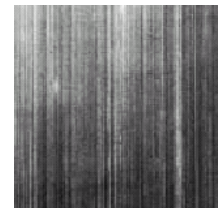
*Jaula Película
Lubricante*

*Pistas de
rodamientos*

*Pista dañada por
contaminación de
partículas duras*



*Pista en buen
estado*



<i>Componente</i>	<i>Tolerancia</i>
<i>Rodamiento de rodillos</i>	<i>0.1 - 1</i>
<i>Cojinete</i>	<i>0.5 - 100</i>
<i>Rodamiento Hidrostático</i>	<i>1 - 25</i>
<i>Engranaje</i>	<i>0.1 - 1</i>



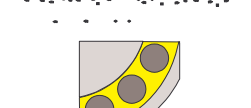
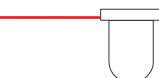
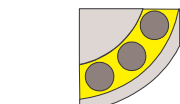
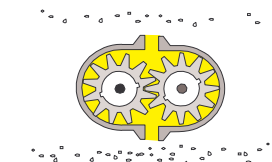
AUTOMATISMO INDUSTRIAL

ESTUDIOS TÉCNICOS



REACCIÓN EN CADENA DEL DESGASTE

Filtro inefectivo
50% eficiencia



1st Pasada

Bomba de engranajes

**Válvula activada por
solenoides**

Rodamientos

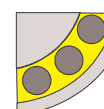
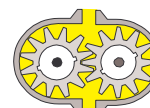
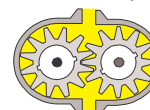
2nd Pasada

Bomba de engranajes

**Válvula activada por
solenoides**

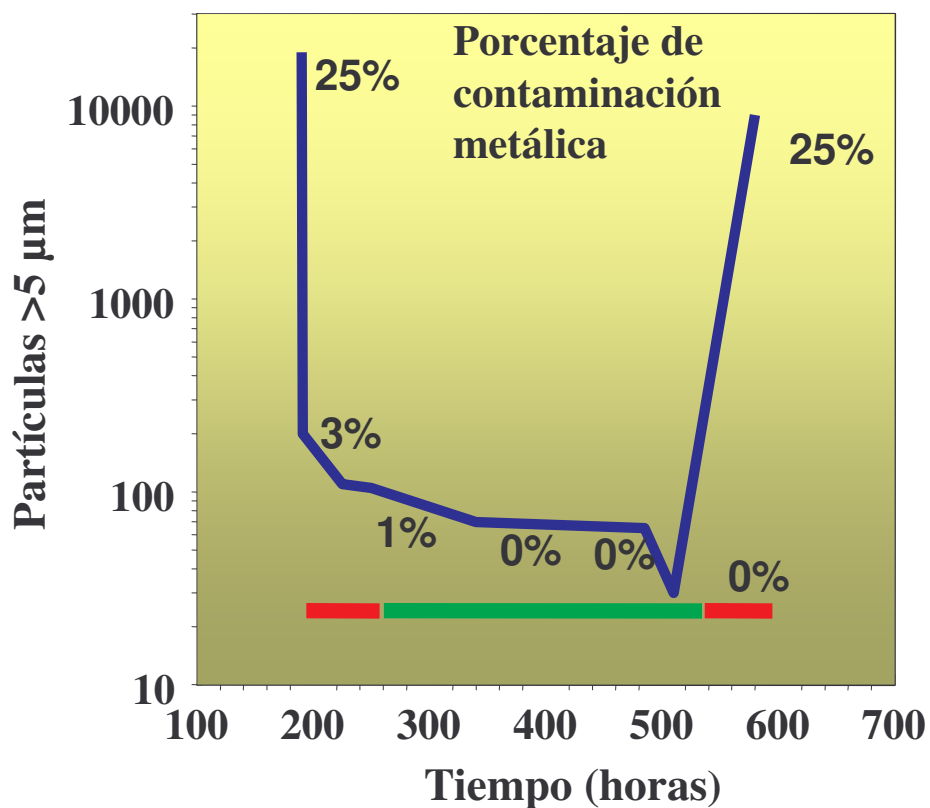
Rodamientos

Filtro de alta performance
99.5% Eficiencia





ROMPIENDO LA REACCIÓN EN CADENA DEL DESGASTE



FILTRACION

25 μm Nominal

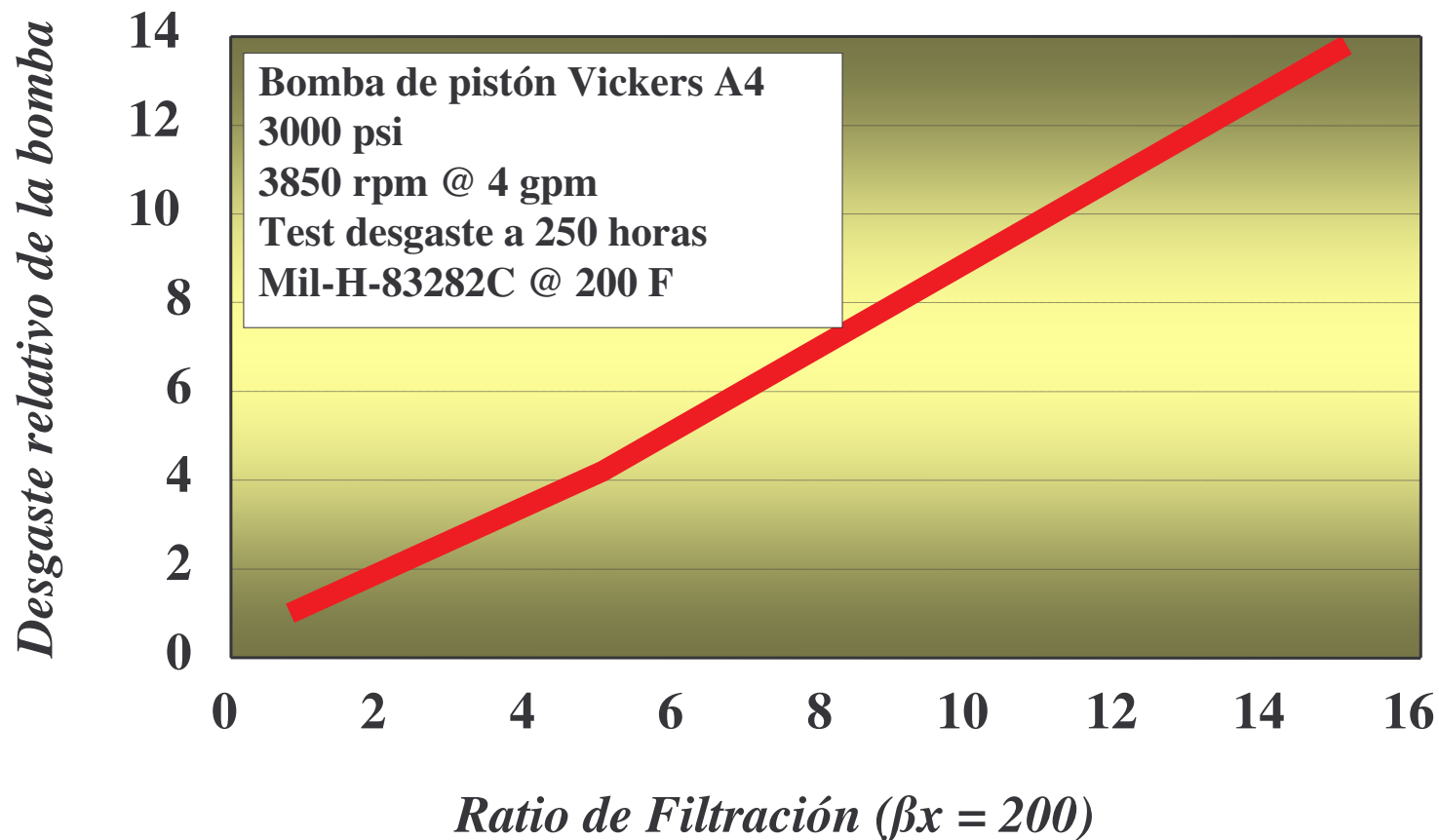
*3 μm Protección
Tolerancias*

25 μm Nominal



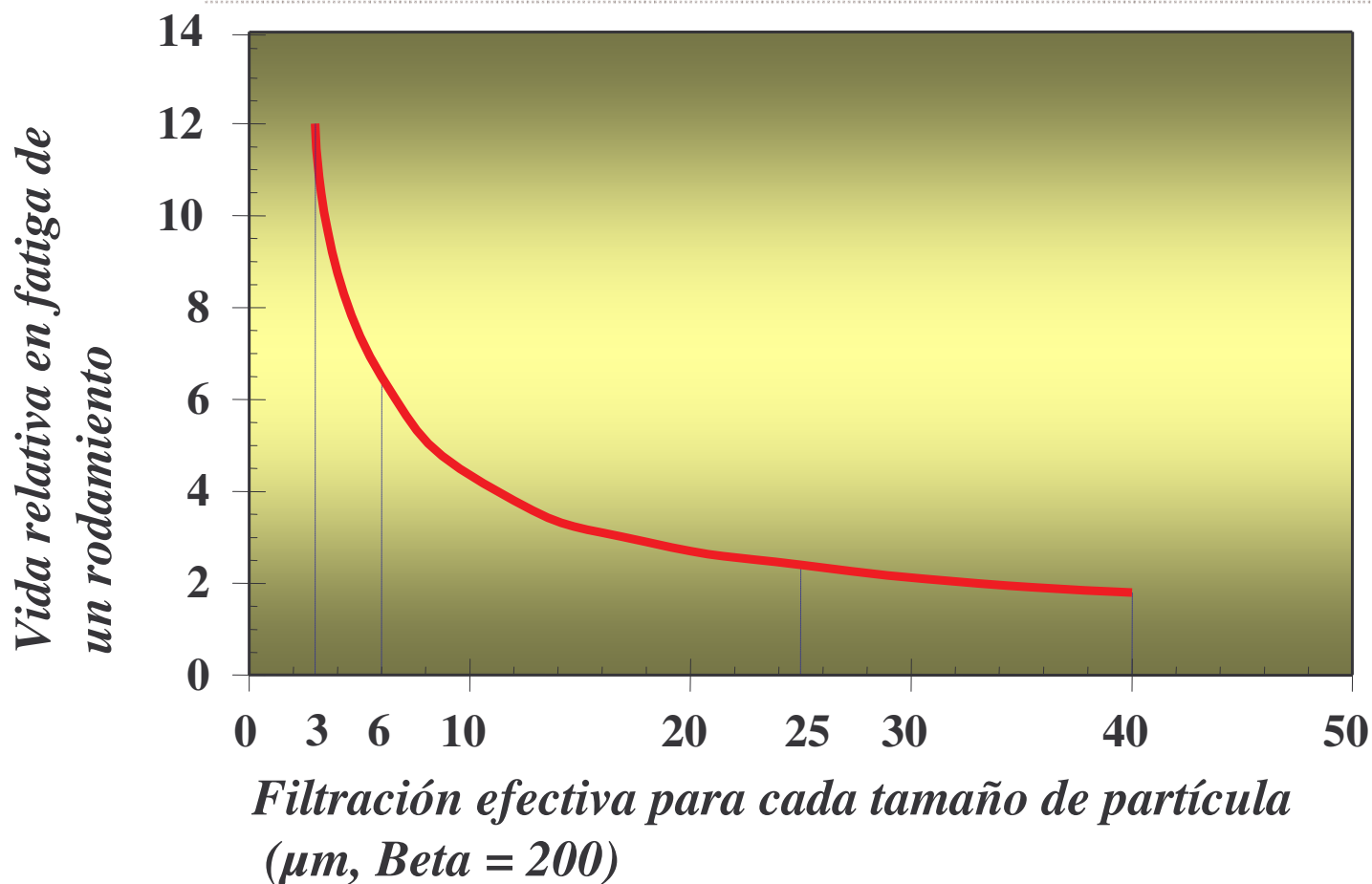
NADC ENSAYO DE DESGASTE EN BOMBA DE PISTONES

Ratio de filtración efectiva para bomba de pistones





CURVA DE MC PERSON



Los ensayos demuestran que el uso de filtros en 3 y 6 μm para el control de microsólidos consigue importantes incrementos en la vida útil de los rodamientos.



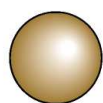
RESULTADO DE LA FILTRACIÓN PARA EL CONTROL DE MICROSÓLIDOS

Componente	Mejora
<i>Bombas/Motores</i>	<i>4 - 10X de aumento en vida útil de bombas y motores</i>
<i>Transmisiones hidrostáticas</i>	<i>4 - 10x de aumento en vida útil de transmisiones</i>
<i>Válvulas</i>	<i>5 - 300X aumento de vida útil de válvulas</i>
<i>Válvulas de corredera</i>	<i>Eliminación de agarrotamientos en las válvulas</i>
<i>Rodamientos de bolas</i>	<i>50X de aumento en vida útil del rodamiento</i>
<i>Cojinetes</i>	<i>10X de aumento de vida útil</i>
<i>Fluidos Hidráulicos</i>	<i>Aumento de vida útil del fluido al reducirse la oxidación</i>



EXTENSIÓN DE LA VIDA A LA FATIGA EN RODAMIENTOS

Tamaño de rodamiento



6220



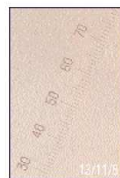
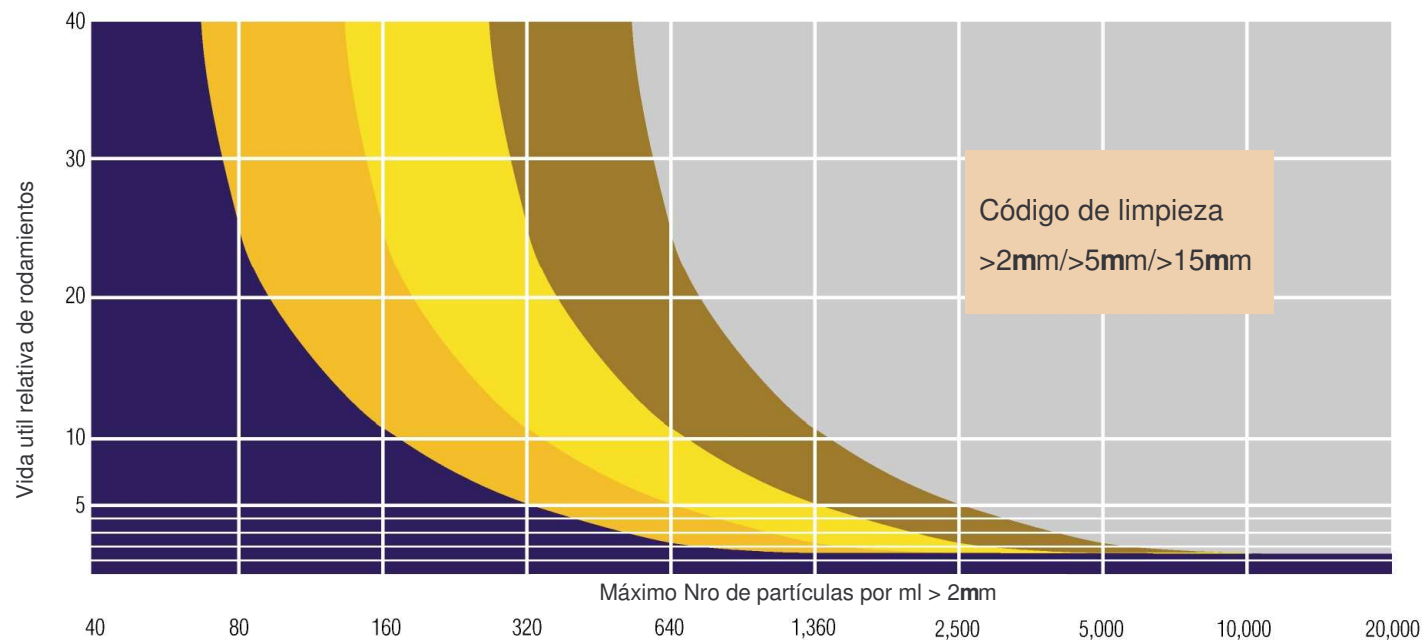
6214



6207



6203



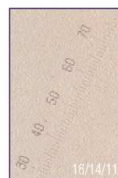
13/11/8



14/12/9



15/13/10



16/14/11



17/15/12



18/16/13



19/17/14



20/18/15



21/19/16



SKF TEORÍA DE VIDA ÚTIL EN RODAMIENTOS



Método antiguo

Siempre especifica una vida útil acotada

Vida Útil Básica

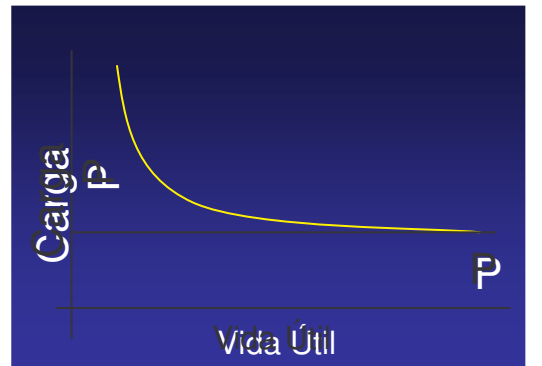
$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

L_{10} = Vida útil básica. Mill de vueltas

C = Factor de carga

P = Carga actual

p = Constante (3 parábolas, 10/3 rodillos)



Método Nuevo

Define un límite de carga de fatiga P_u , debajo del cual no se produce fatiga bajo condiciones de lubricación libre de partículas

$$L_{10aa} = a_{SKF} * L_{10}$$

L_{10aa} = Nuevo factor SKF de vida útil básica. Mill de vueltas

a_{SKF} = Factor de ajuste determinado por:

- Carga
- Viscosidad
- Contaminación

- La nueva teoría de SKF para fatiga en rodamientos incluye un factor de ajuste que tiene en cuenta los efectos de contaminantes en el lubricante adicionalmente a la viscosidad y la carga.
- Las variaciones en limpieza del lubricante producen severas variaciones en la vida útil del rodamiento
- Para rodamientos operando debajo del límite de fatiga P_u , no se producirá fatiga del mismo a menos que sea iniciada por partículas





AUTOMATISMO INDUSTRIAL

**CONTAMINACIÓN AGUA
/AIRE**



PROBLEMAS OCASIONADOS POR CONTAMINACIÓN DE AGUA

- *Corrosión y desgaste rápido por abrasión*
- *Degradación de película de aceite*
- *Precipitación de aditivos*
- *Oxidación de hidrocarburos / Aceite*
- *Incremento de la acidez*
- *Cambios en la Viscosidad*
- *Congelamiento a bajas temperaturas*
- *Promueve crecimiento microbiológico*



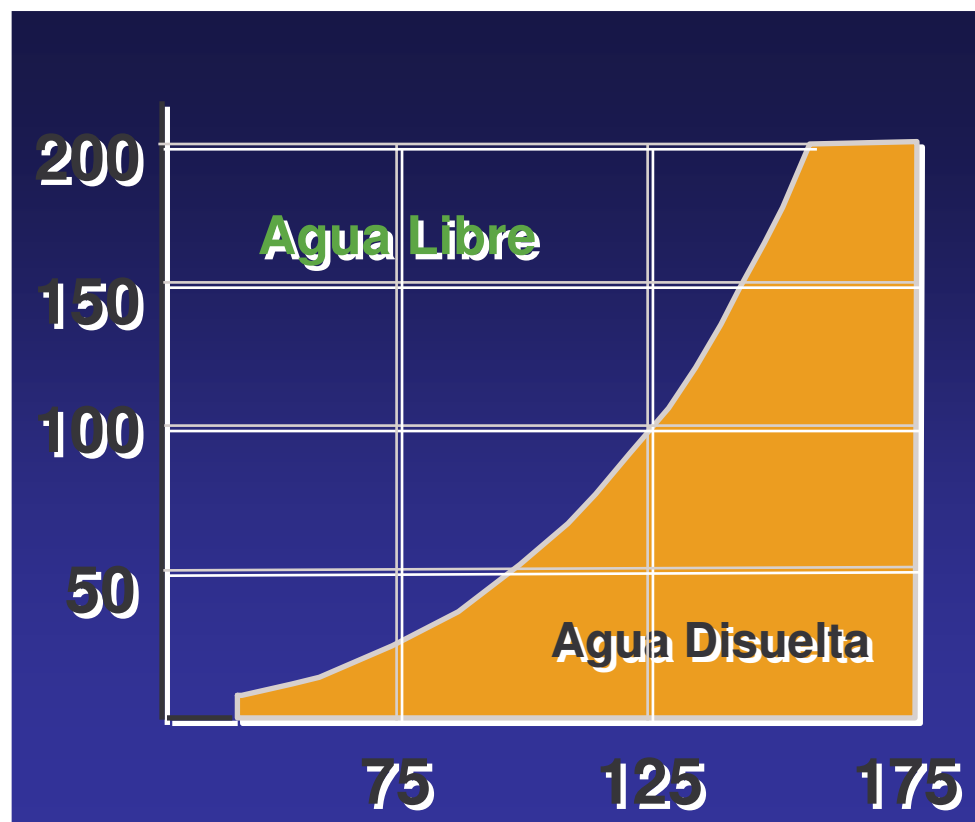
FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA

- *Fugas de intercambiador de calor*
- *Fugas en el sello de la flecha de la turbina de vapor*
- *Condensación*
- *Tapas inadecuadas del cárter (almacenamiento)*
- *Baja temperatura*
- *El agua disuelta se convierte en agua libre*



SOLUBILIDAD DEL AGUA EN ACEITE VS. TEMPERATURA

*Concentración de
Agua (ppm)*



Temperatura Aceite (°F)



NIVELES DE SATURACIÓN DE ACEITE

Para minimizar el efecto corrosivo del Agua Libre la concentración de la misma debe mantenerse lo más lejos posible del nivel de saturación.

Valores Típicos de Saturación

- **Hidráulico : 200-400 ppm (0.02-0.04%)**
- **De Lubricación : 200-750 ppm (0.02-0.075%)**
- **Para Transformadores: 50 ppm (0.005 %)**



ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE AGUA

- *Presencia de Agua en el Aceite*
 - *Agua Libre (emulsionada o en gotas)*
 - *Agua Disuelta (por debajo del punto de saturación)*
- **Técnicas de medida del contenido en Agua**
 - **Ensayo de Crepitación (agua libre)**
 - **Centrifugación (agua libre)**
 - **Karl Fischer (agua libre y disuelta)**
 - **Destilación (agua libre y disuelta)**





SENSIBILIDAD EN BOMBAS AL AGUA

Bomba de Engranaje (Reducción en Eficiencia Volumétrica después de 30 min)

<i>Fluido Seco (0-30 μm ACFTD)</i>	<i>8%</i>
<i>Fluido más 1% de agua</i>	<i>33%</i>

Bomba de Paletas (Pérdida de Peso - mg)

<i>Test</i>	<i>Aceite X</i>	<i>Aceite Y</i>
<i>Fluido Seco</i>	<i>60</i>	<i>40</i>
<i>Fluido más 500 ppm de Agua</i>	<i>130</i>	<i>2,500</i>

Referencia: Fluid Power Research Centre, Oklahoma State University

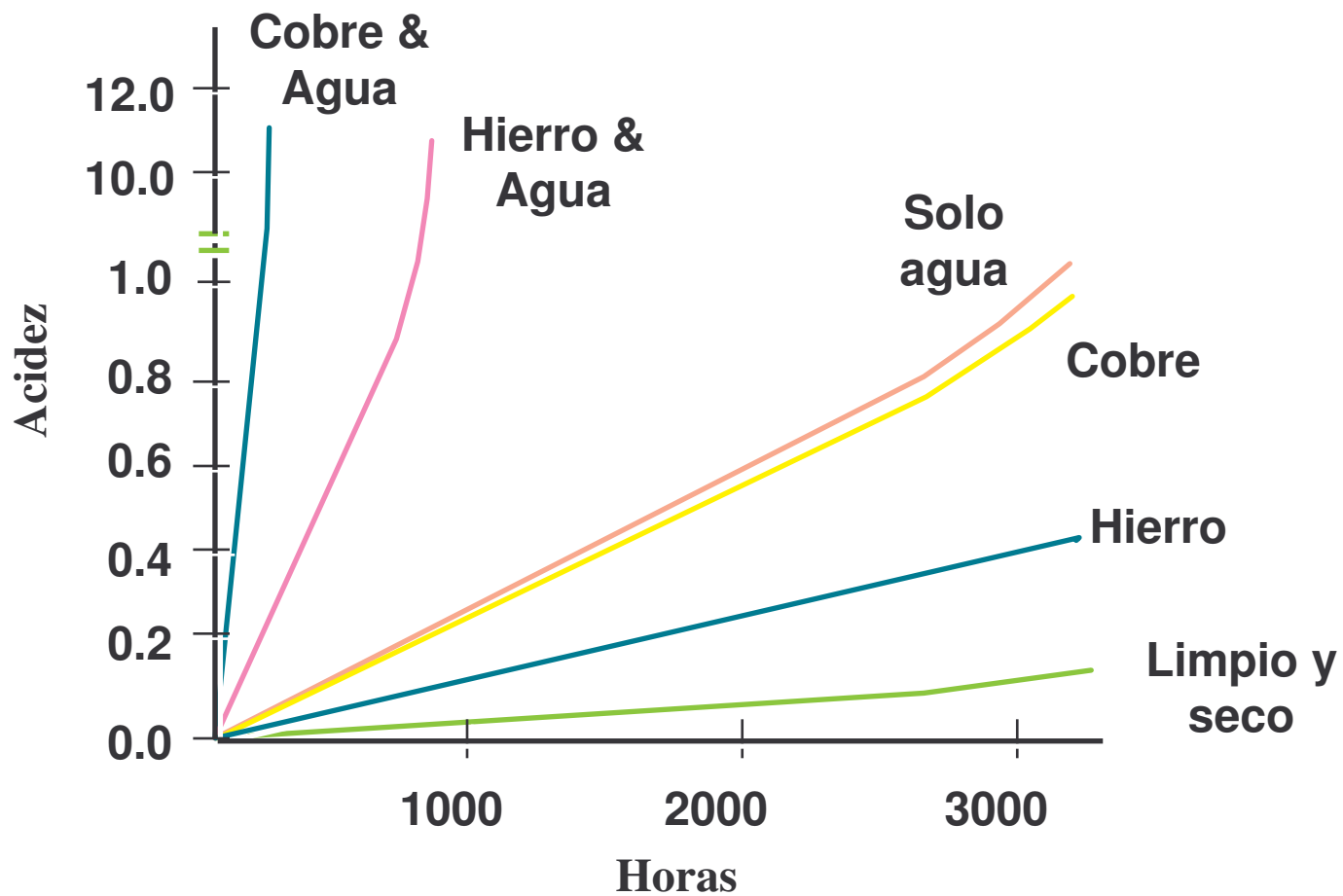


EFECTOS DEL AGUA Y/O PARTÍCULAS SOBRE LA OXIDACIÓN DEL ACEITE

<i>Posición</i>	<i>Catalizador</i>	<i>Agua</i>	<i>Horas</i>	<i>Variación del índice de acidez</i>
<i>1</i>	<i>Ninguno</i>	<i>No</i>	<i>3500+</i>	<i>0</i>
<i>2</i>	<i>Ninguno</i>	<i>Si</i>	<i>3500+</i>	<i>+0,73</i>
<i>3</i>	<i>Hierro</i>	<i>No</i>	<i>3500+</i>	<i>+0,48</i>
<i>4</i>	<i>Hierro</i>	<i>Si</i>	<i>400</i>	<i>+7,93</i>
<i>5</i>	<i>Cobre</i>	<i>No</i>	<i>3000</i>	<i>+0,72</i>
<i>6</i>	<i>Cobre</i>	<i>Si</i>	<i>100</i>	<i>+11,03</i>



EFFECTOS DEL AGUA Y/O PARTÍCULAS SOBRE LA OXIDACIÓN DEL ACEITE





EFECTOS DEL AGUA SOBRE LA VIDA

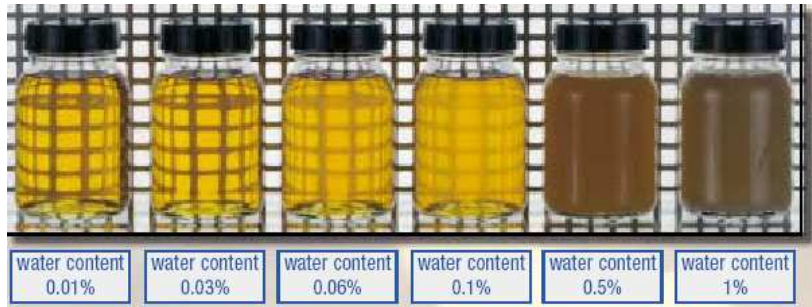
EN FATIGA DE LOS RODAMIENTOS

<i>Lubricante : SAE 20</i>	
<i>Concentración de Agua</i>	<i>Relación de Vida</i>
25 ppm	2.59
400 ppm	0.52
100 ppm	1.00

Referencia: Timken Company



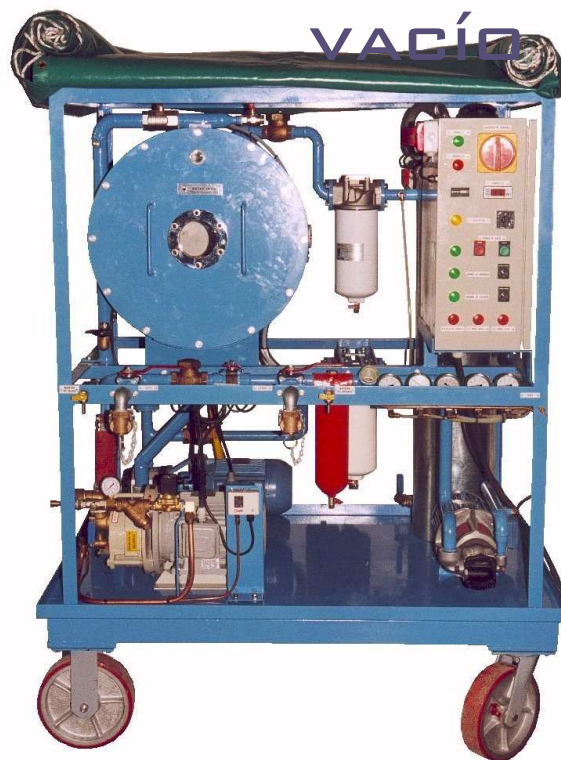
MÉTODOS DE REMOCIÓN DE AGUA



- *Coalescencia*
 - *Agua Libre, Método lento y Simple*
- *Centrifugación*
 - *Agua Libre, Método caro y requiere elevado mantenimiento.*
- *Absorción*
 - *Agua Libre, Método Simple.*
- *Deshidratación al Vacío*
 - *Agua libre y disuelta, Proceso de grandes cantidades.*



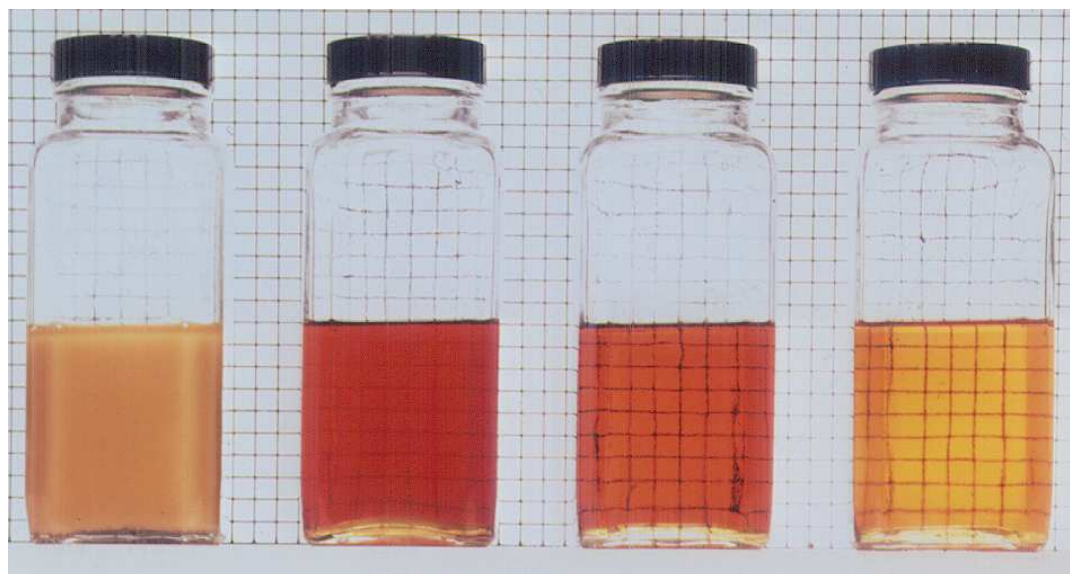
EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE FLUIDOS. DESHIDRATADOR POR VACÍO



*Unidades móviles diseñadas para separar **aire, gases, agua, solvente y contaminación por partículas** de fluidos hidráulicos, lubricantes y fluidos dieléctricos mientras el sistema se encuentre operativo.*



RESULTADOS DE LA DESHIDRATACIÓN AL VACÍO



<i>Tiempo (min)</i>	<i>Inicial</i>	<i>60</i>	<i>135</i>	<i>165</i>
Agua (ppm)	8,650	1,240	466	340
Código ISO	22/20/16	16/14/11	14/13/11	14/13/10



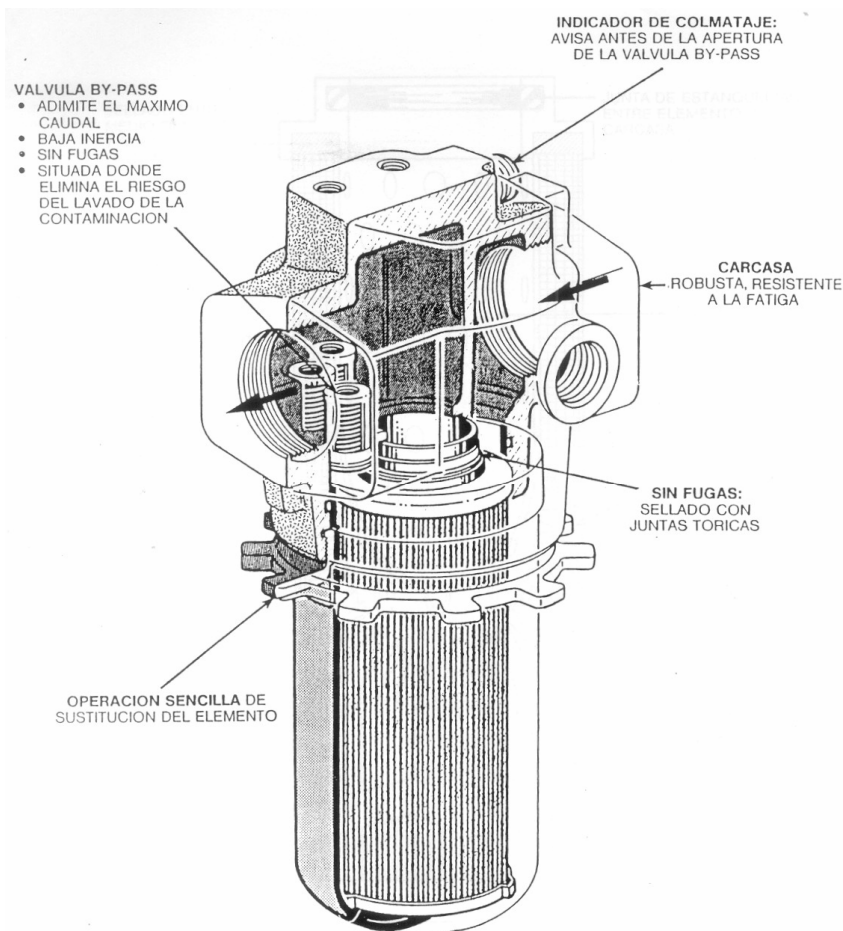
AUTOMATISMO INDUSTRIAL

FUNDAMENTOS SOBRE FILTROS



CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE ALTA EFICIENCIA

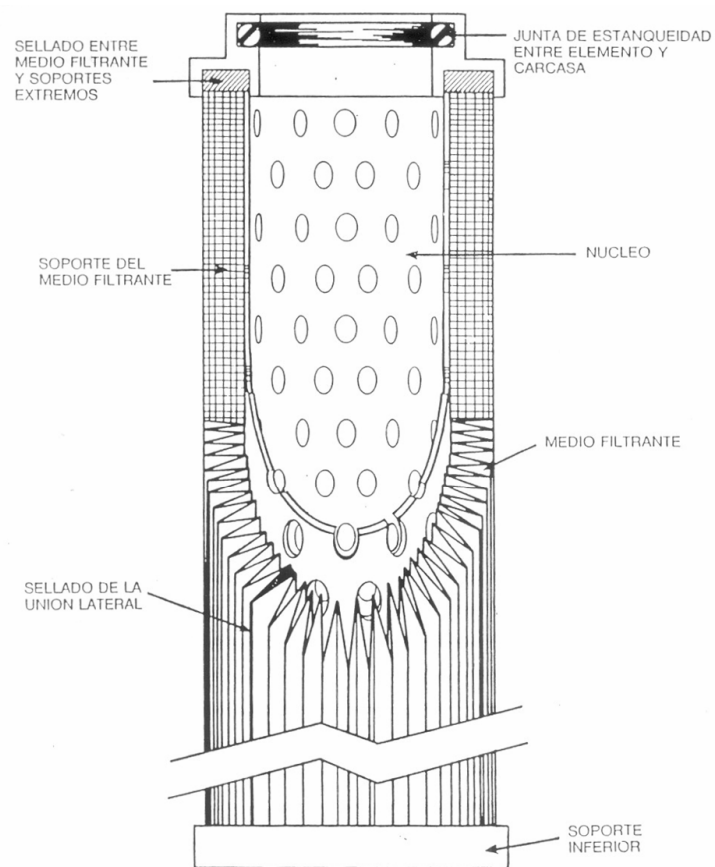
*Carcasa de filtro
bien diseñado*





CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE ALTA EFICIENCIA

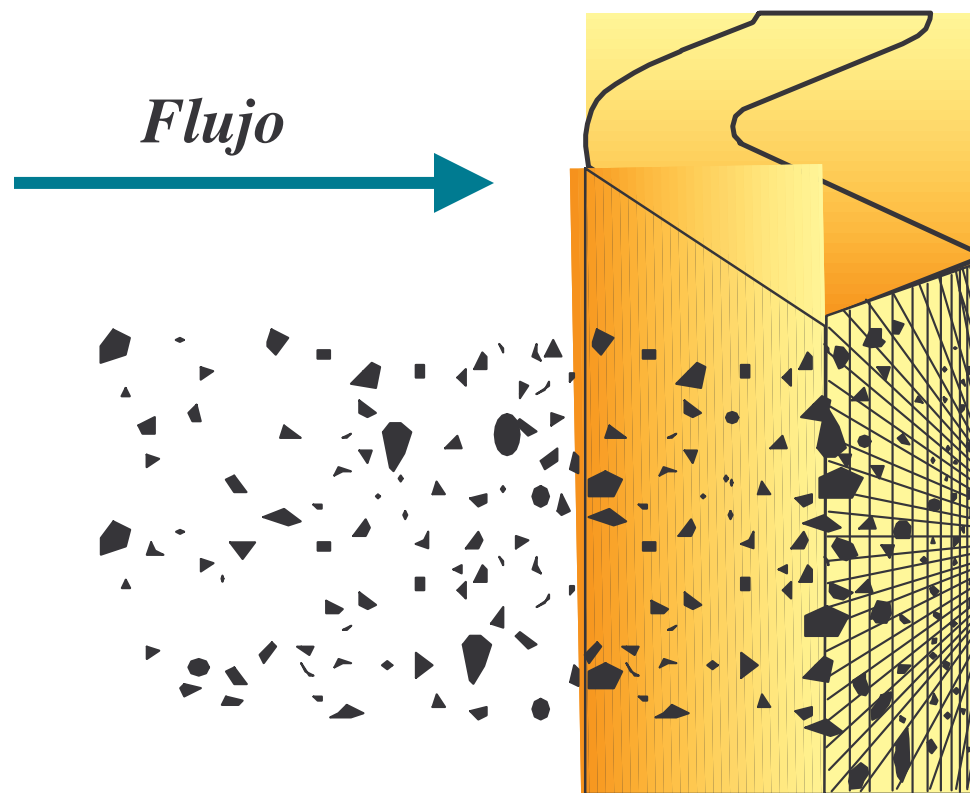
Elementos Filtrantes Robustos



DISEÑO MONOBLOQUE

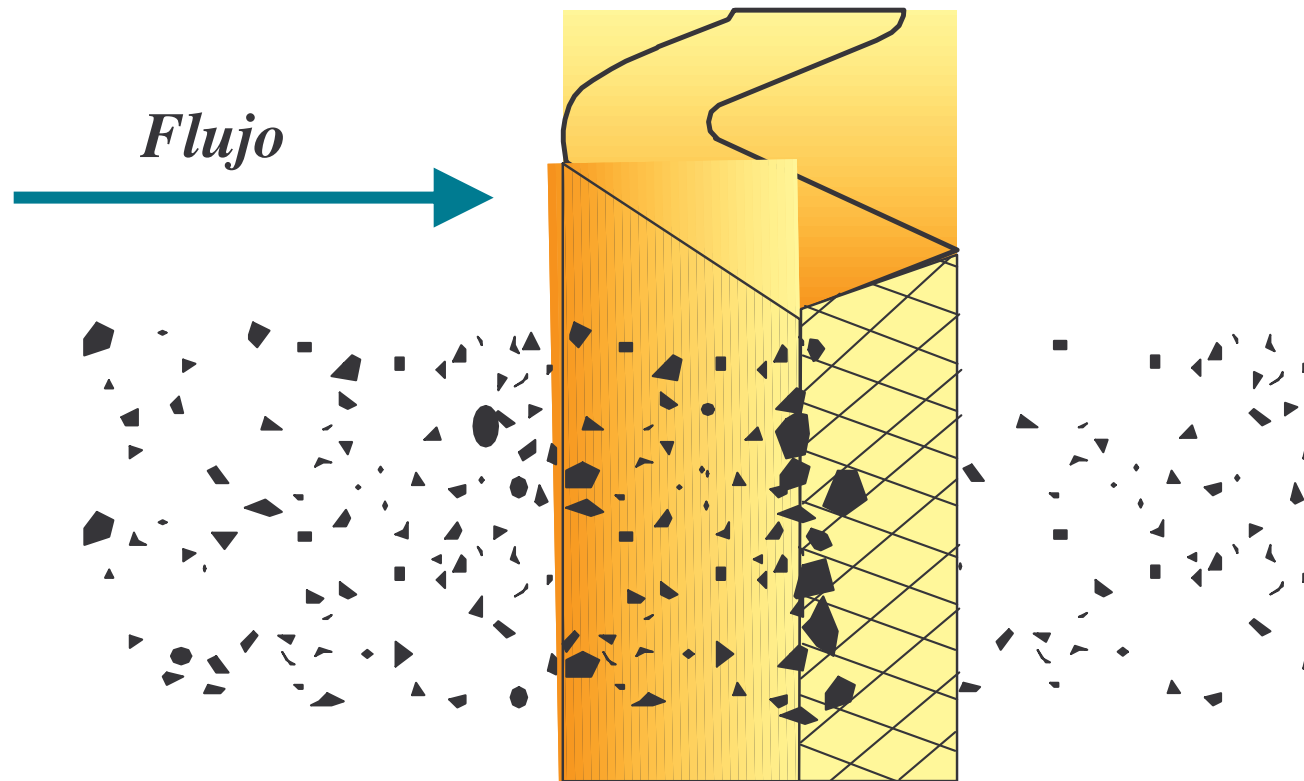


MEDIO DE PORO DIFERENCIAL





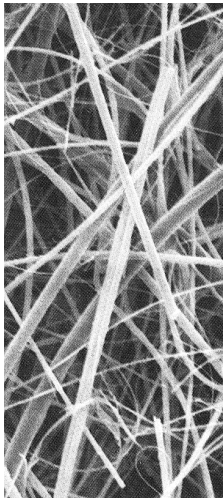
MEDIO DE PORO UNIFORME



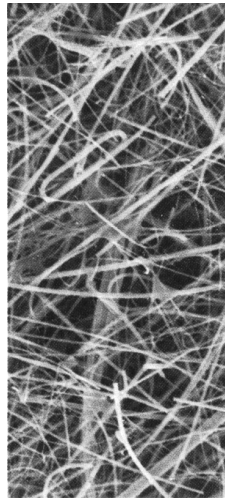


PORO DIFERENCIAL VERSUS PORO UNIFORME

Medio Poro diferencial

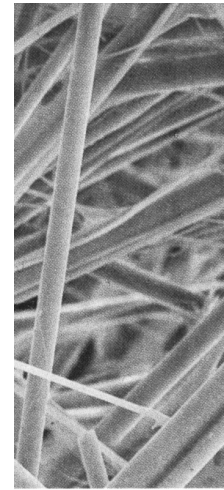


*Upstream
500X*

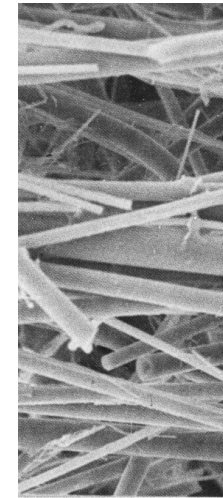


*Downstream
500X*

Medio de Poro uniforme



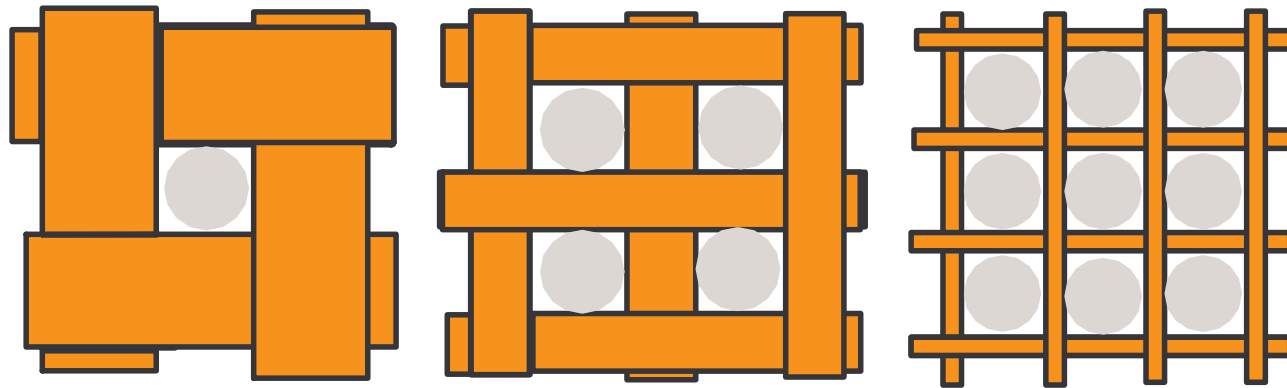
*Upstream
500X*



*Downstream
500X*



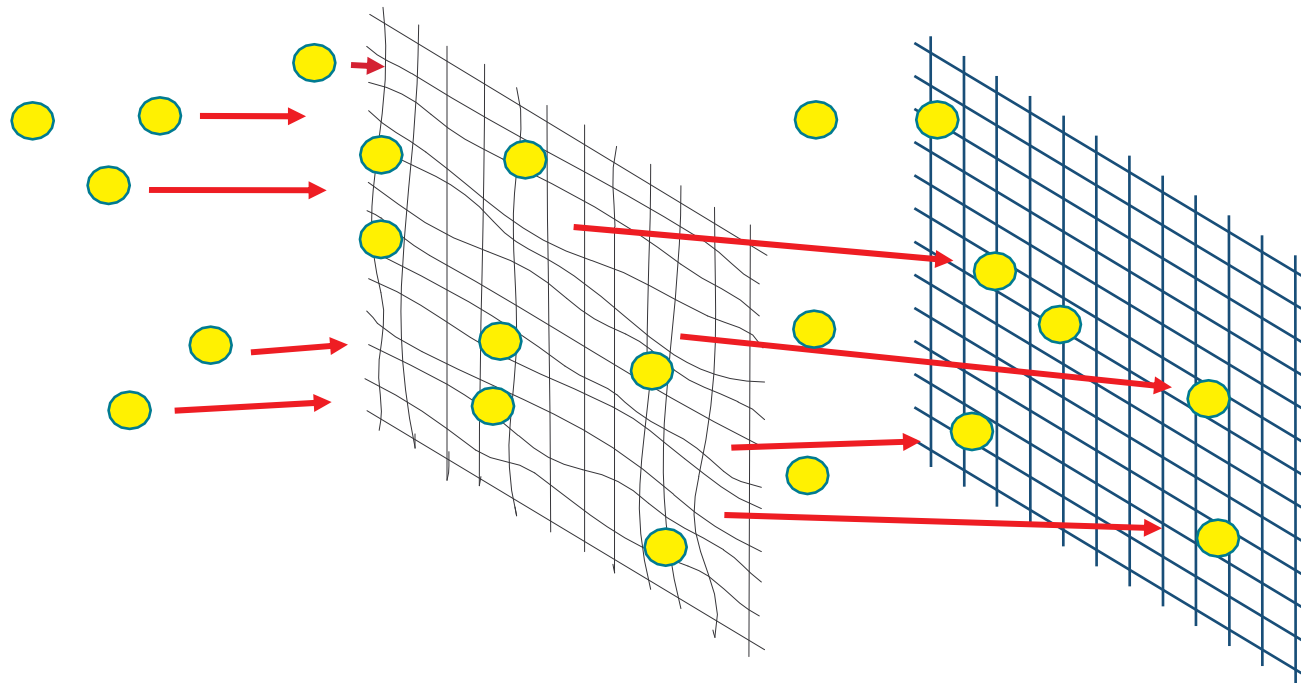
DIÁMETRO DE FIBRAS



- *Las fibras delgadas dan:*
 - *Mayor capacidad*
 - *Menor caída de presión*
 - *Mayor servicio de vida*
- *Beneficios de fibras inorgánicas*
 - *No hay reacciones químicas*
 - *No hay hinchamiento*
 - *No hay limitantes de vida para almacenaje*



MEDIO DE PORO FIJO VS. NO FIJO

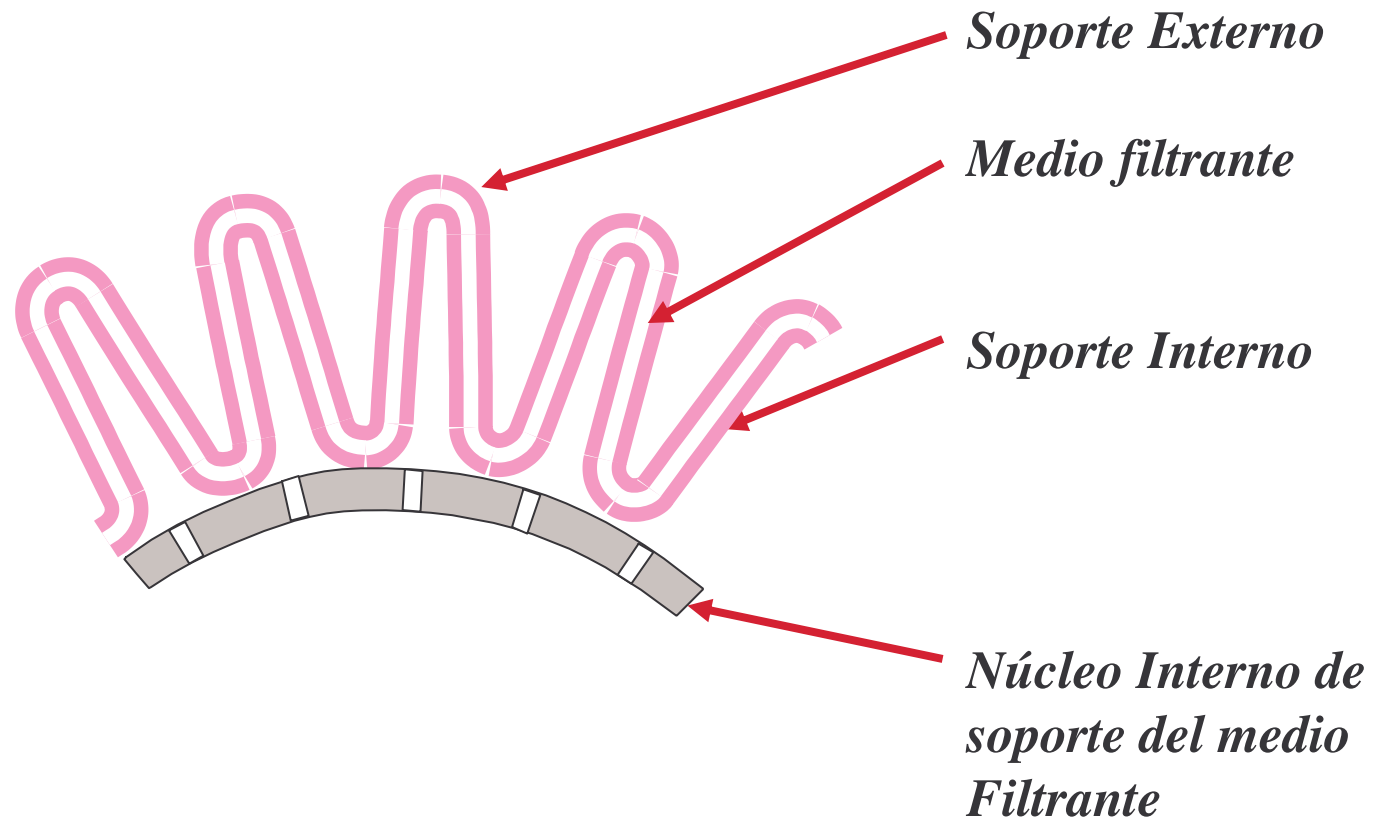


- *Poros no Fijos*
 - *Menor confiabilidad*
 - *Migración de medio*

- *Poros Fijos*
 - *Mayor confiabilidad*
 - *No hay migración de medio*

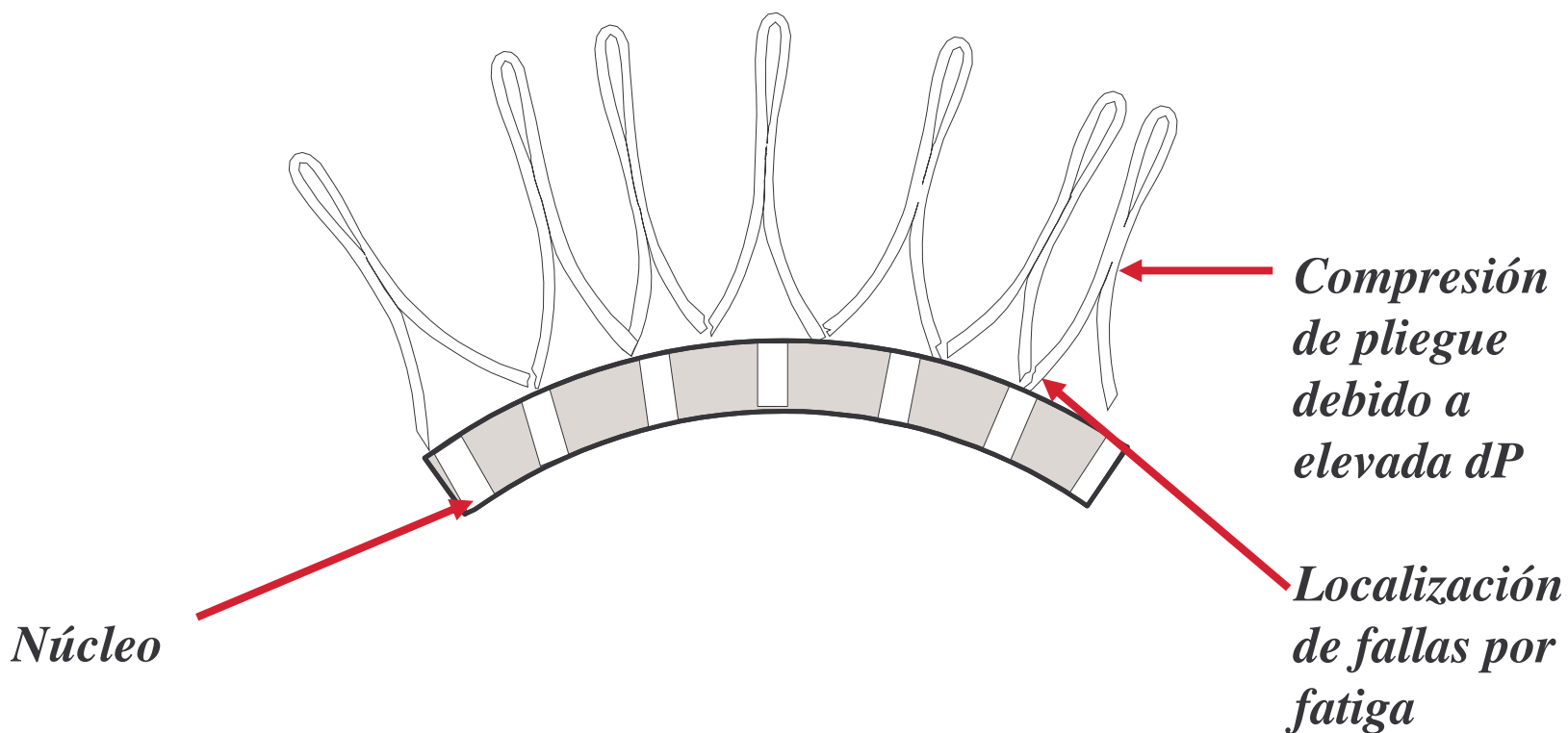


ELEMENTO FILTRANTE SOPORTADO





ELEMENTO FILTRANTE NO SOPORTADO



El flujo cíclico puede también provocar la fatiga de la estructura del elemento filtrante y como resultado provocar la rotura de los pliegues, a menos que se haya incluido el soporte adecuado del elemento.



MIDIENDO LA PERFORMANCE DE LOS FILTROS

- *Filtración Nominal: Valor arbitrario en micras indicado por el fabricante del filtro. Debido a su falta de reproducibilidad no se recomienda su uso*
- *Filtración absoluta: es el diámetro de la mayor partícula rígida y esférica que atravesará un filtro bajo condiciones de ensayo especificadas. Esta es la indicación de la apertura de mayor tamaño del elemento filtrante*
- *Relación de filtración bn : Relación entre el número de partículas mayores que un tamaño dado (n) en el fluido aguas arriba del filtro y el número de partículas del mismo tamaño en el fluido aguas abajo del filtro*



RELACIÓN DE FILTRACIÓN

Para partículas > 6 μm en tamaño:

$$b_6 = \frac{\text{\# de partículas entrando}}{\text{\# de partículas saliendo}}$$

Ejemplo:

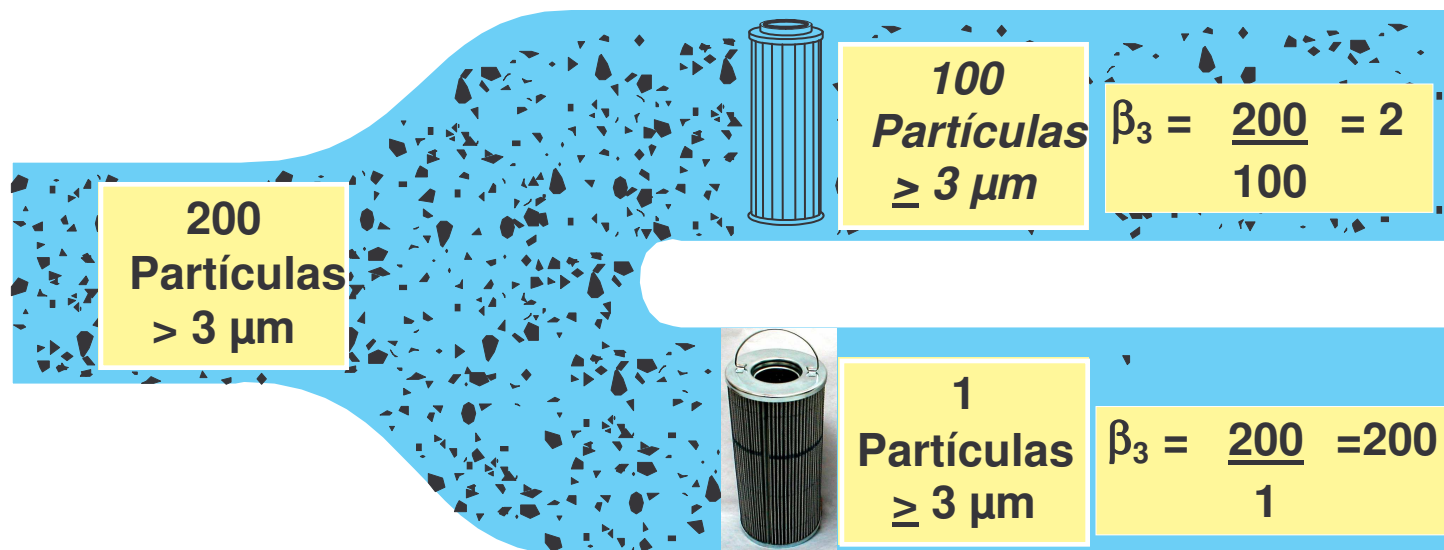
$$b_6 = \frac{200,000 \text{ partículas entrando}}{20,000 \text{ partículas saliendo}} = 10$$

$$b_6 = \frac{200,000 \text{ partículas entrando}}{1,000 \text{ partículas saliendo}} = 200$$



BETA (β) Ratio

Relación de filtración $b_x = \frac{\text{Número de partículas corriente arriba } x \mu\text{m}}{\text{Numero de partículas corriente abajo } x \mu\text{m}}$





BETA VS. EFICIENCIA

<i>Beta</i>	<i>Eficiencia</i>	<i># de Partículas desafiando al filtro</i>	<i># de Partículas Pasando A través del filtro</i>
<i>100</i>	<i>99%</i>	<i>200,000</i>	<i>2,000</i>
<i>200</i>	<i>99.5%</i>	<i>200,000</i>	<i>1,000</i>



BETA Y CALIDAD DEL FLUJO CORRIENTE ABAJO

1,000,000
Partículas
> x μm



Beta

*Número de partículas corriente
abajo*

$b_x = 2$

500,000

$b_x = 20$

50,000

$b_x = 75$

13,000

$b_x = 200$

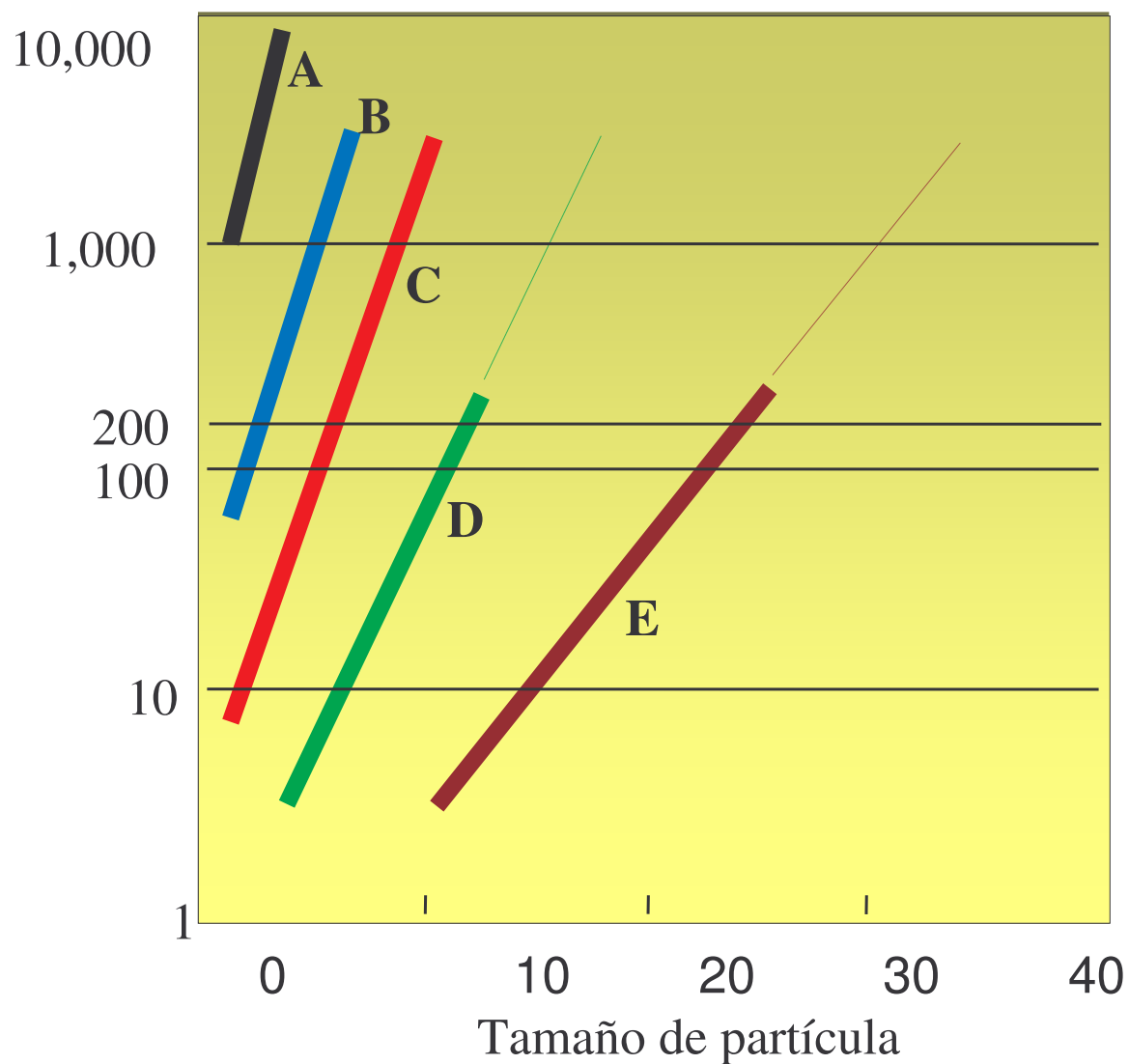
5,000

$b_x = 1000$

1,000



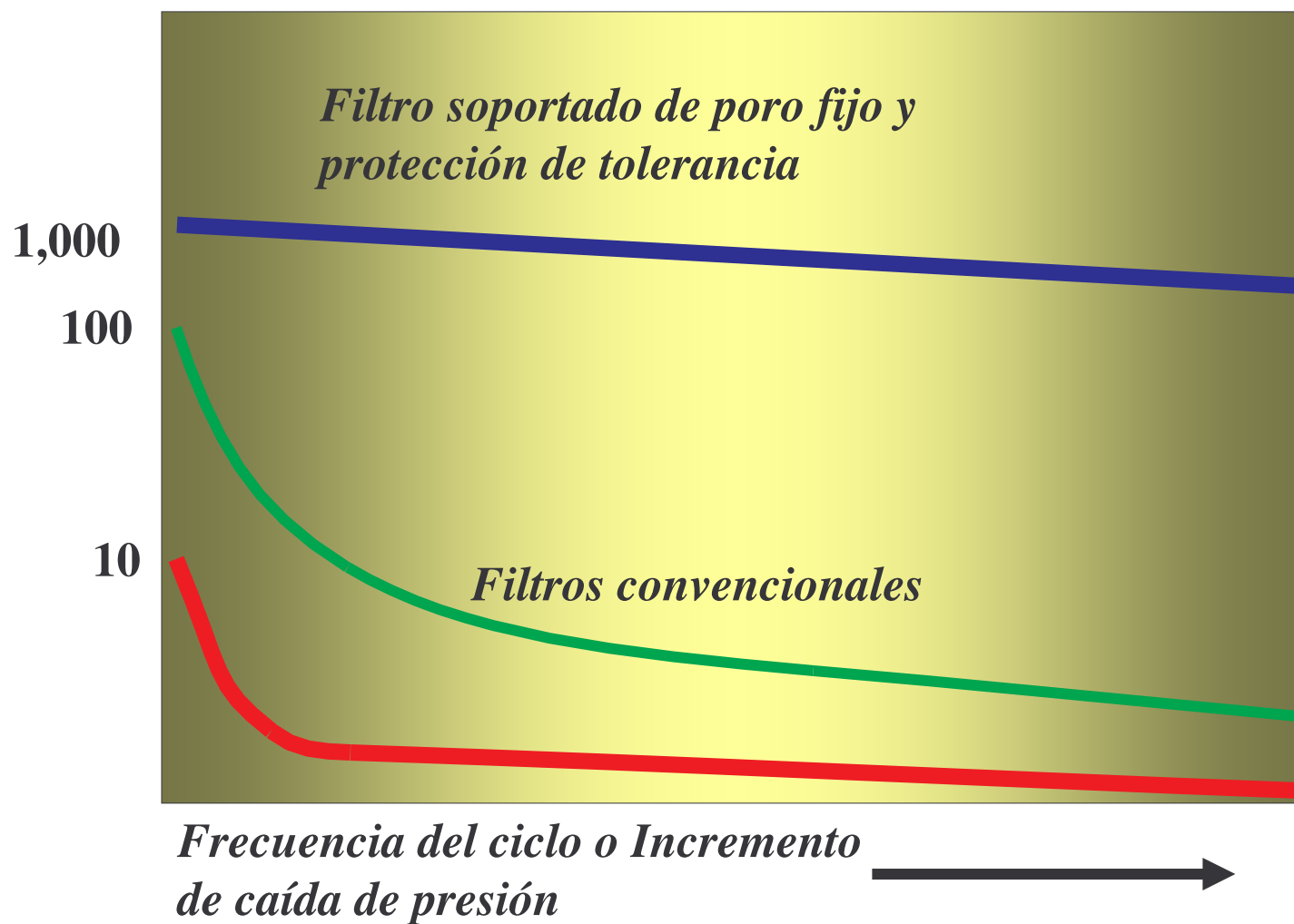
BETA VS. TAMAÑO DE LA PARTÍCULA



	Medio filtran te	Tamaño mm para B = 200+	B ₁₀₊₊
Filtros de Control	A	2	>>3000
	B	3	>3000
	C	6	>3000
Filtro de Descuento.	D	12	>80
	E	25	>2



EFECTO DE FLUJO EN CICLOS/PISTÓN





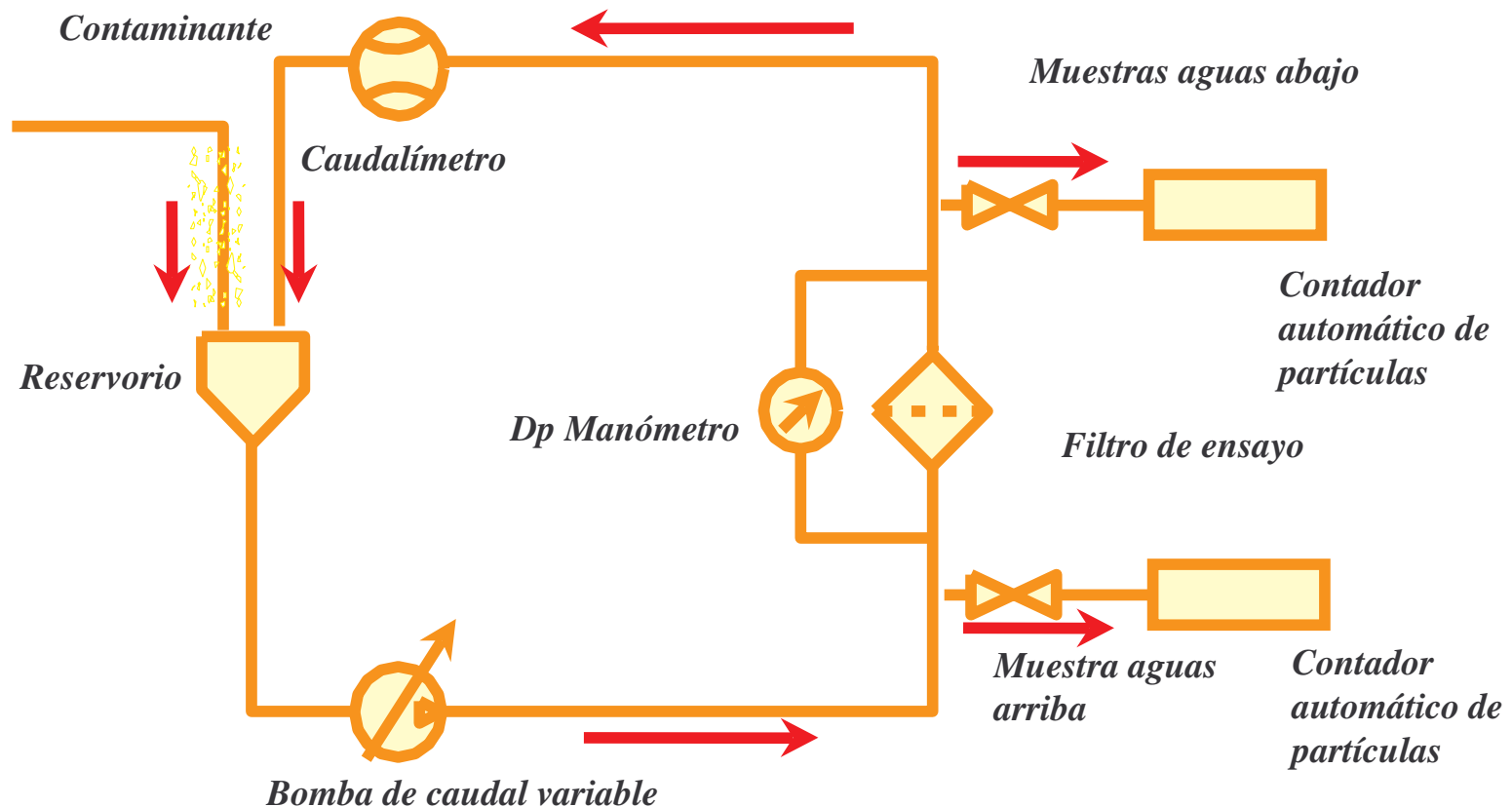
VIDA EN SERVICIO VS. CAPACIDAD

- *Vida en servicio: es la cantidad de tiempo que un filtro sobrevivirá en un sistema real antes de que se alcance la DP terminal*
- *Capacidad Aparente: Es la cantidad de contaminantes que pueden adicionarse a un sistema de prueba de filtros antes de alcanzar DP terminal*
- *Capacidad retenida: Es la cantidad de contaminantes capturada por el filtro en un sistema antes de alcanzar DP terminal*



BANCO MULTI-PASS. DETERMINACIÓN DE B

Según ISO 4572 con Contadores de partículas en línea





CAPACIDAD DE CONTAMINACIÓN PRUEBA MULTI-PASS (ISO 4572)

Variables de prueba que afectan los datos de capacidad

- *Flujo*
- *Contaminantes*
- *Proporción de ingreso de contaminantes*
- *Multi-pass vs. single pass*
- *Caída de presión Terminal*
- *Integridad del filtro*



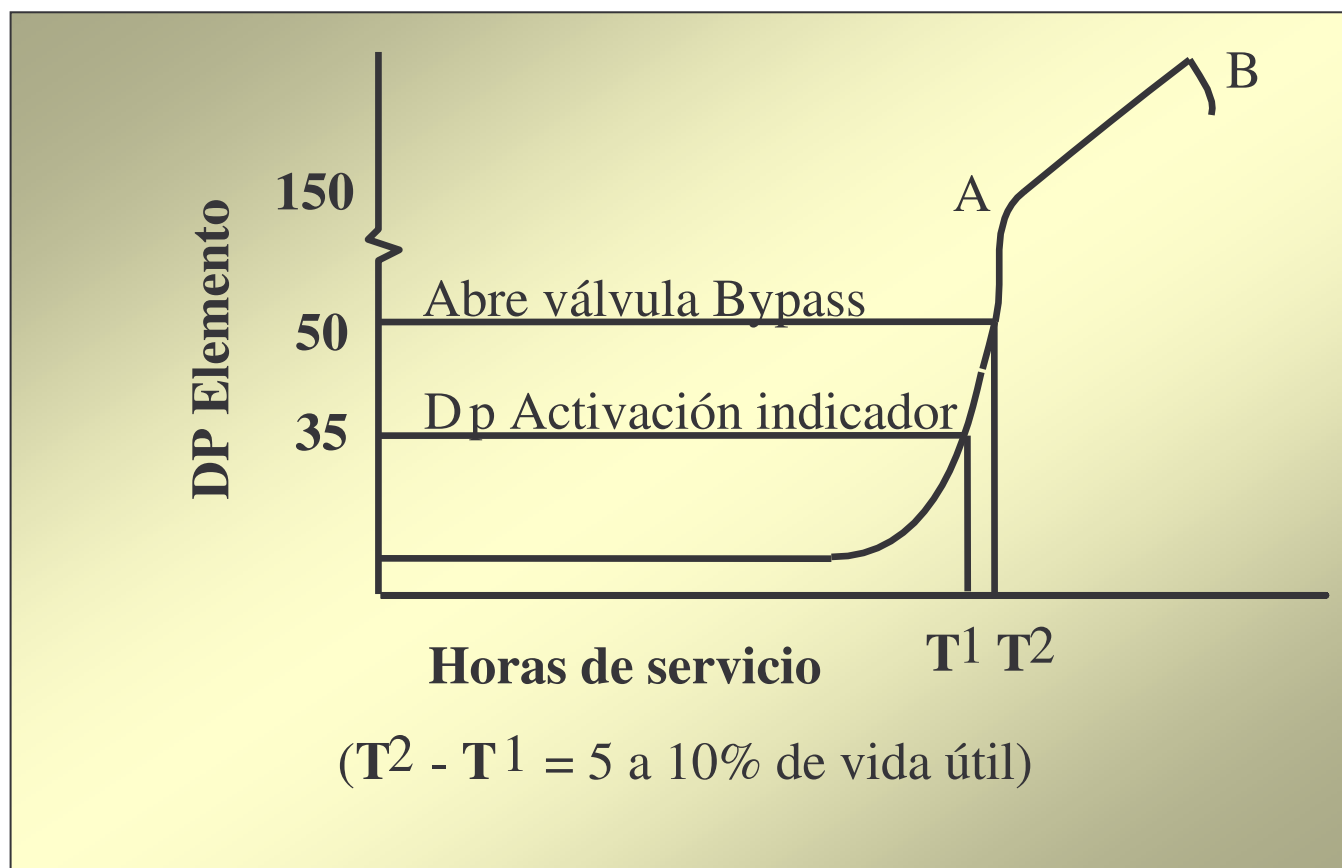
CAPACIDAD DE PRUEBA MULTI-PASS

Comparando la capacidad de dos elementos:

- *Todas las variables deben ser iguales*
- *Los elementos deben ser de tamaño equivalente*
- *Los elementos deben ser de eficiencia equivalente*
- *Datos de capacidad retenida deben compararse*



CURVA DE CARGA DE CONTAMINACIÓN



A. Presión de colapso del “Medio filtrante”

B. Presión de colapso del núcleo

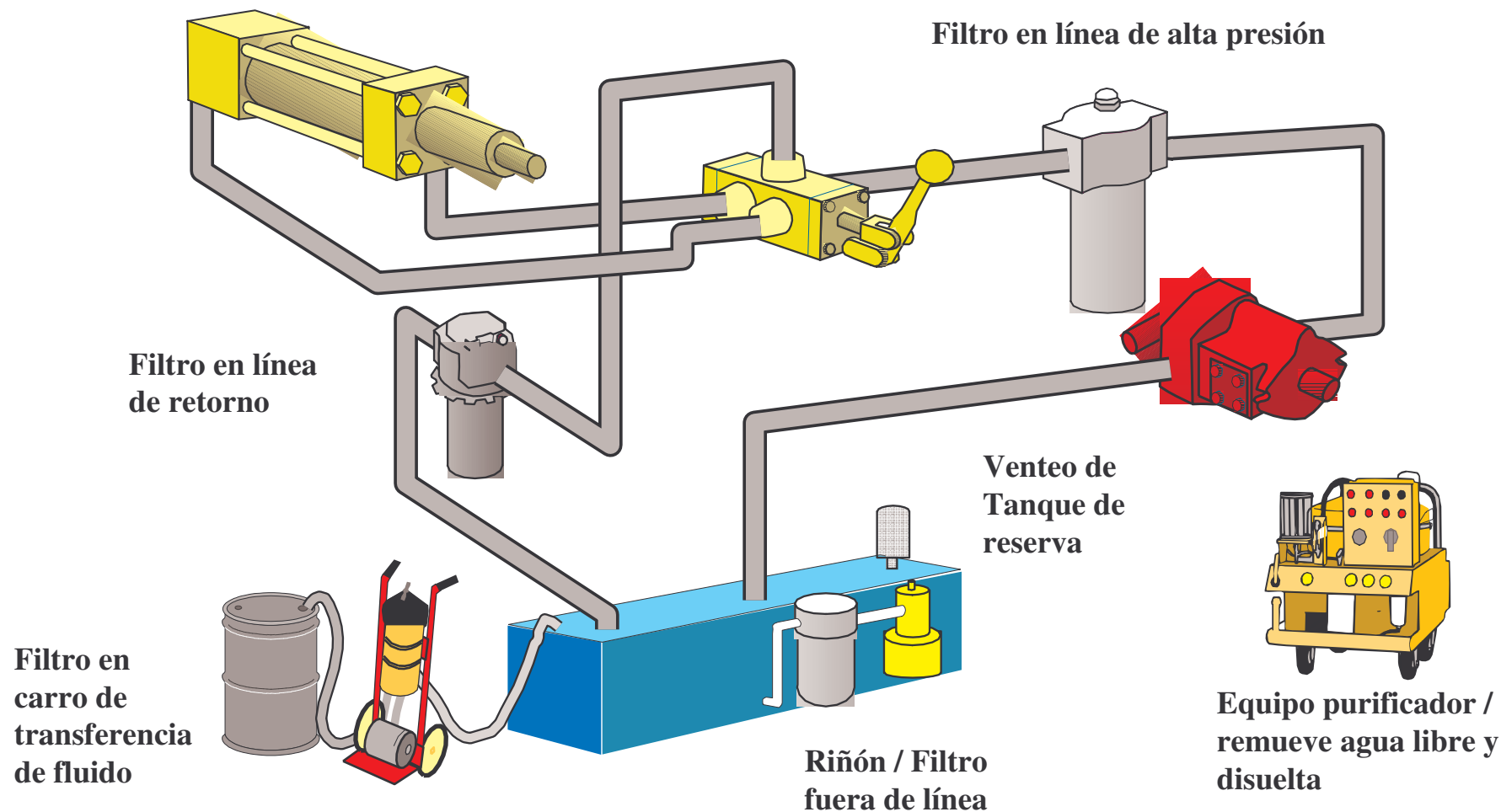


AUTOMATISMO INDUSTRIAL

UBICACIÓN DE LOS FILTROS



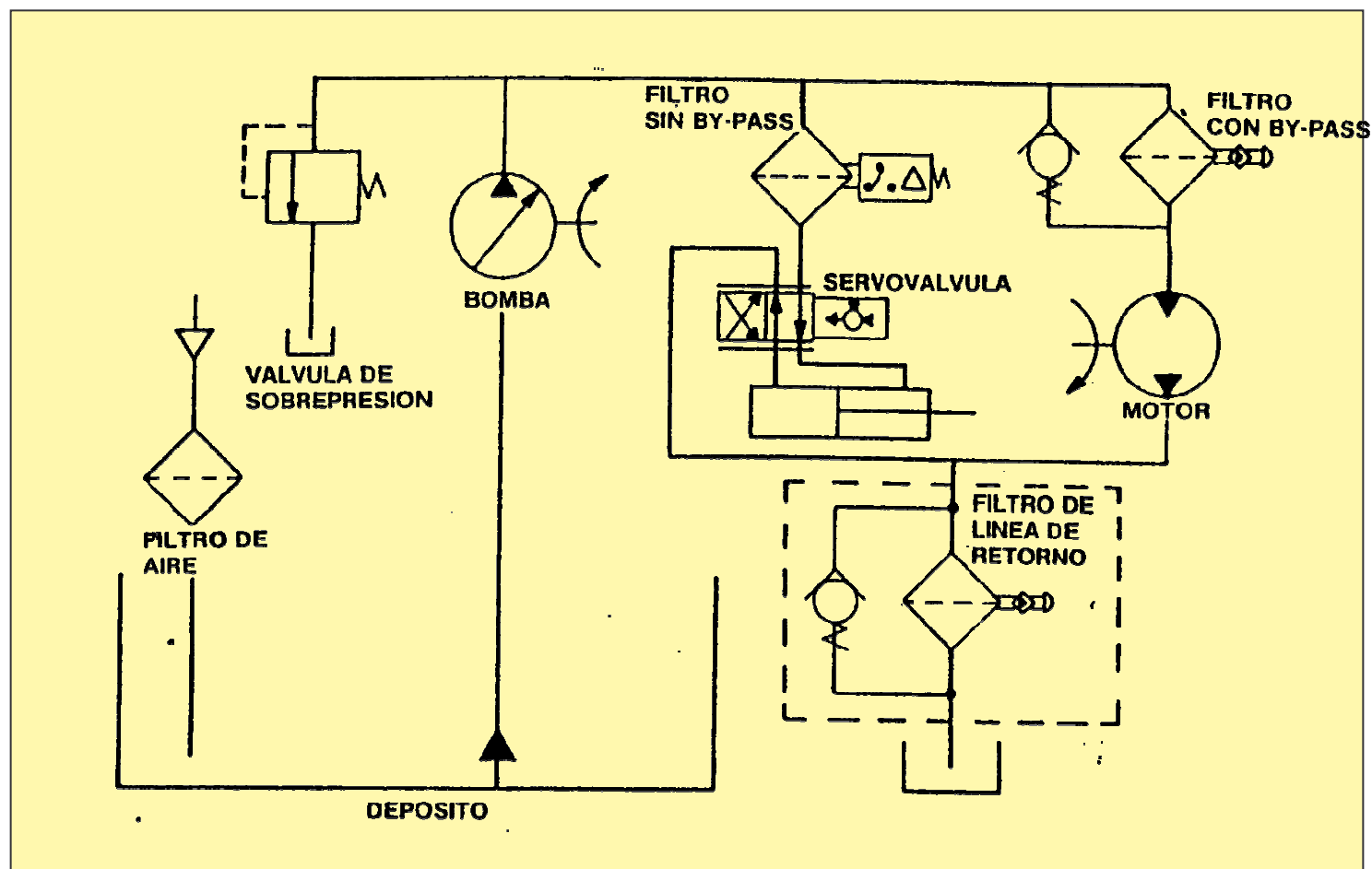
UBICACIÓN DE LOS FILTROS





LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

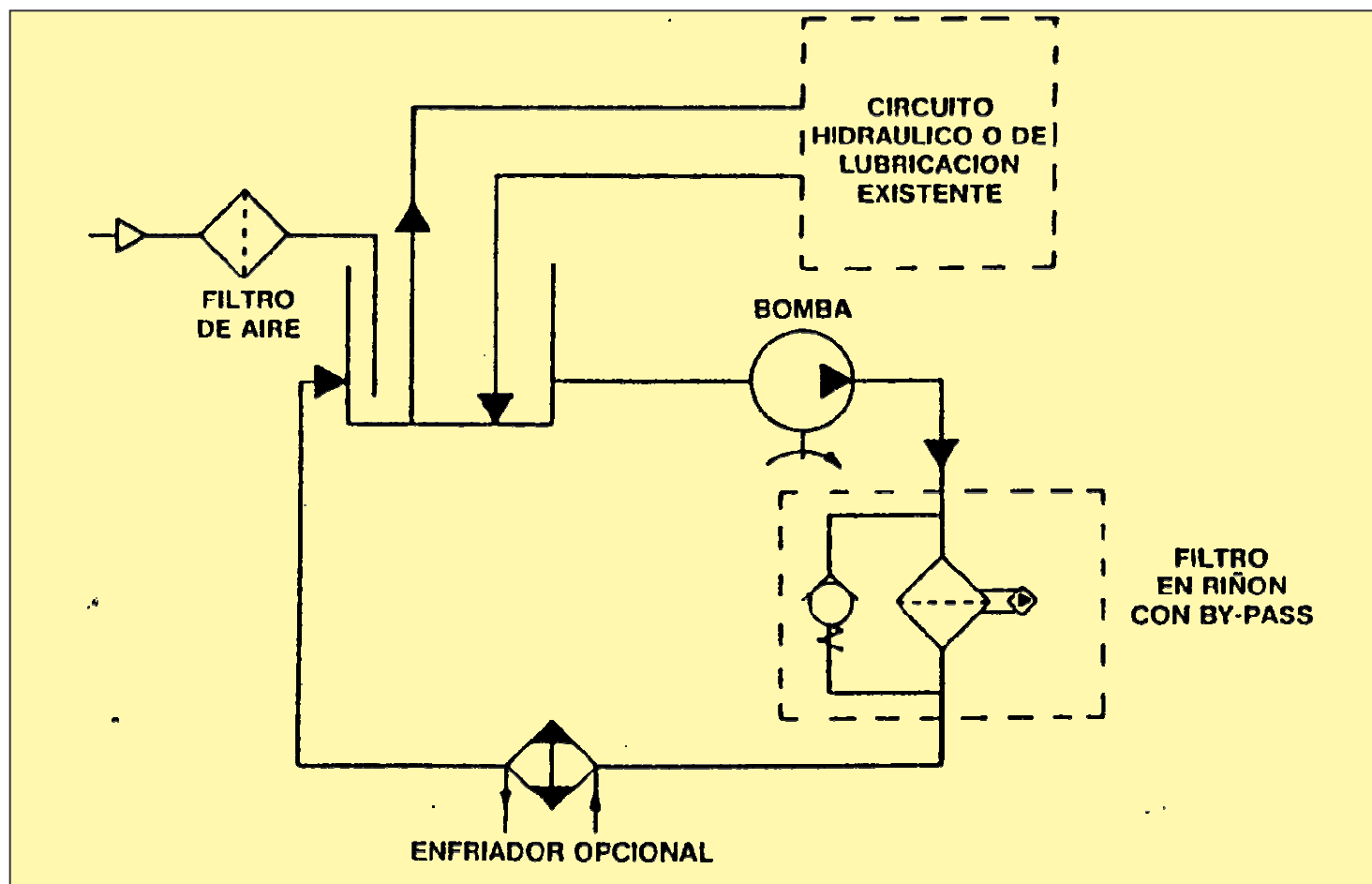
Filtros de control de los micro sólidos en líneas de presión y retorno





LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

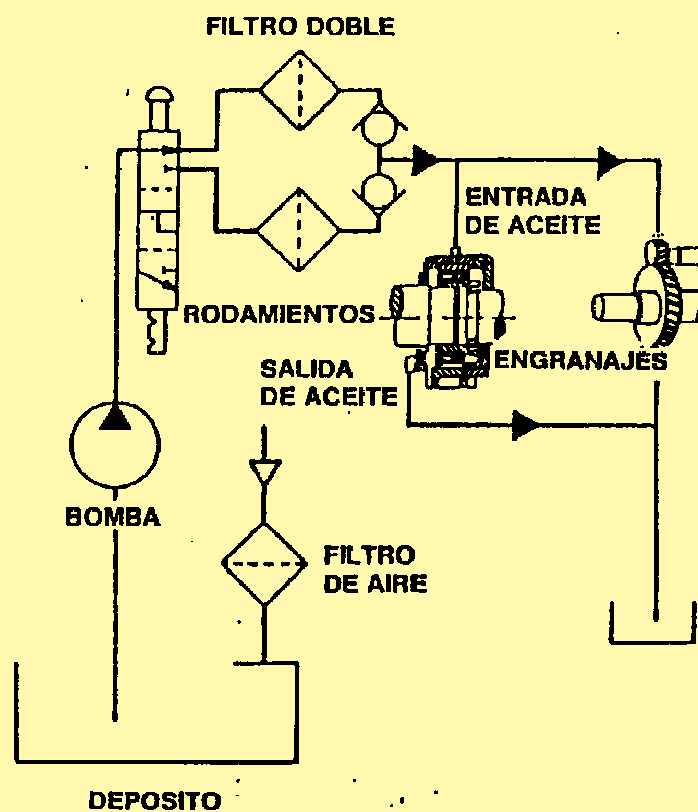
*Circuito
externo de
control de
micro sólidos*





LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

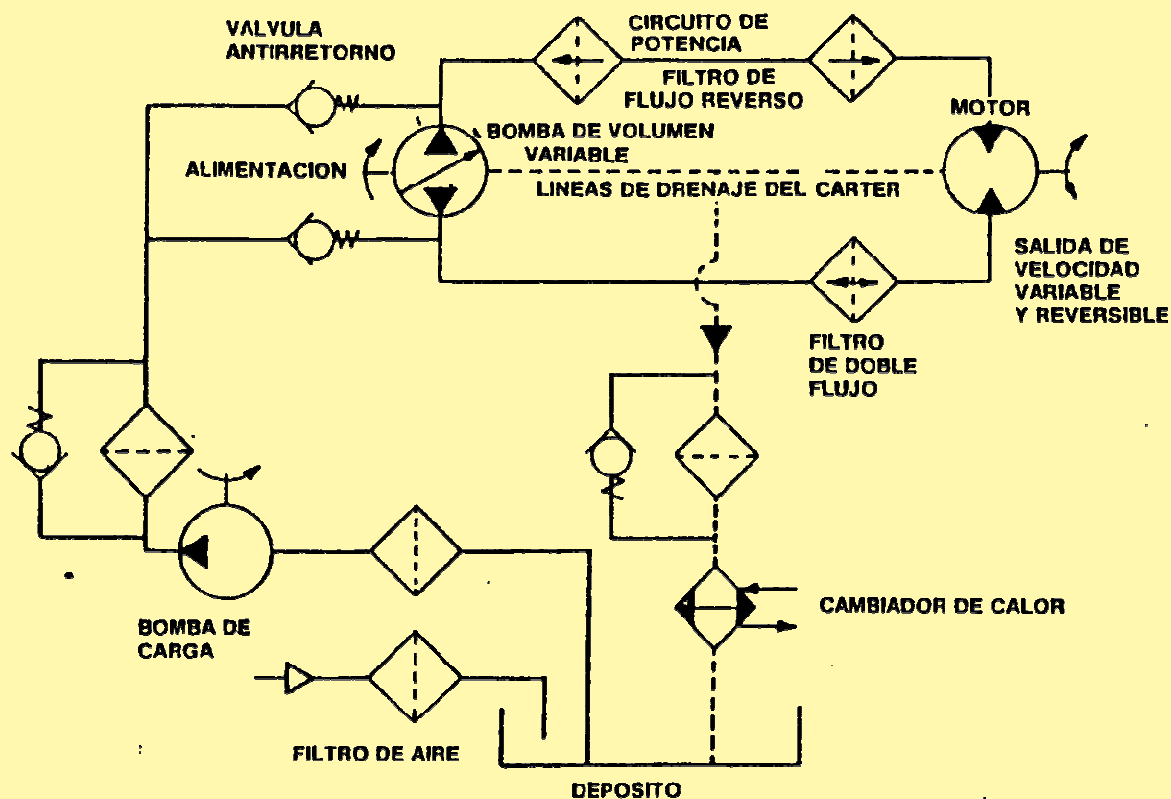
*Filtro de
Lubricación*





LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

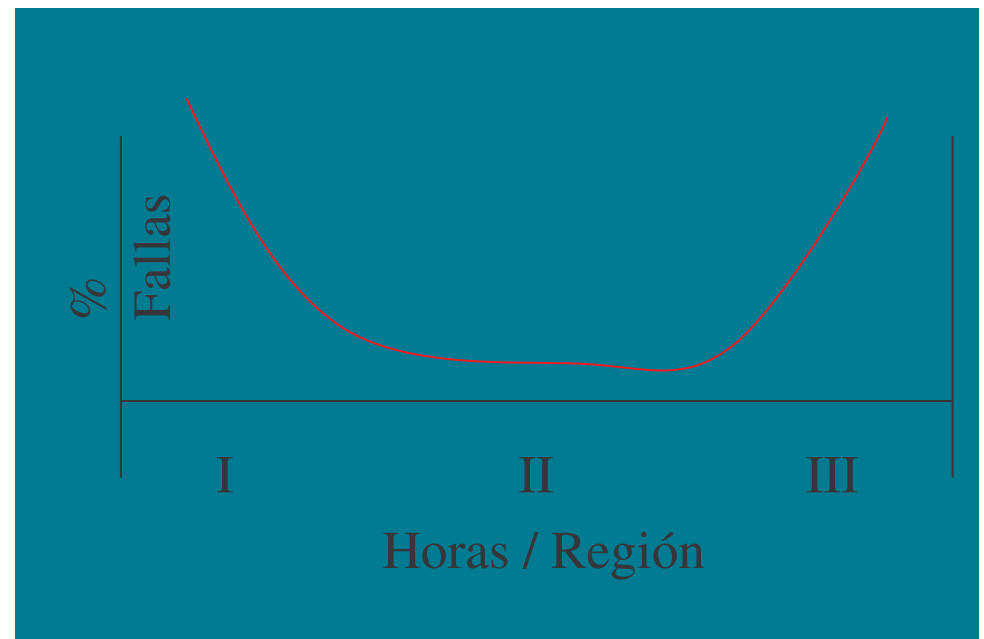
*Filtros de
transmisiones
hidrostáticas*





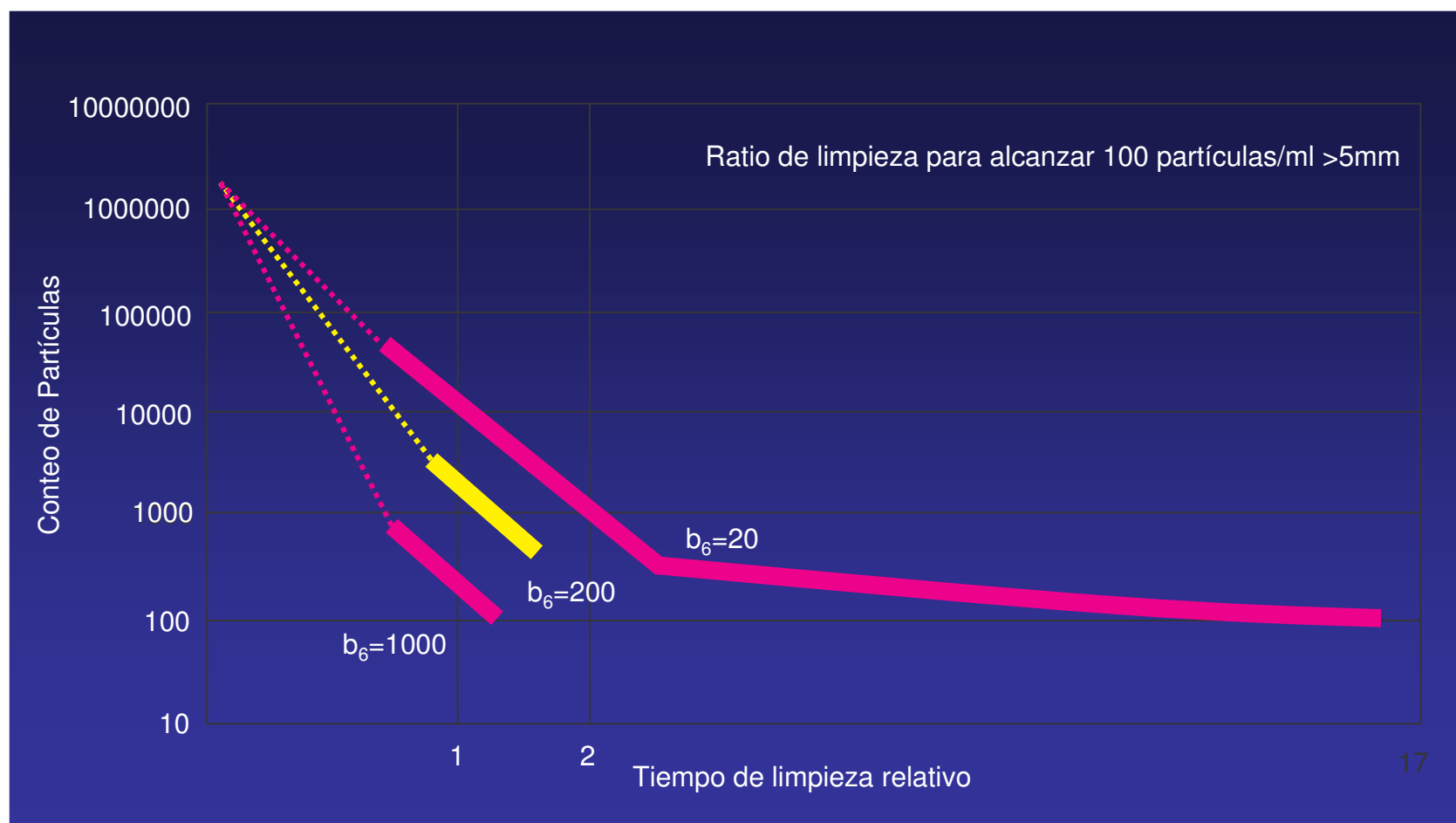
IMPORTANCIA DEL APROPIADO FLUSHING DEL SISTEMA

- *La mayoría de los estudios de concluye que la curva “Bathlub” de probabilidad de fallas describe la distribución mas comun de ellas*
- *Región I incluye fallas que ocurren durante el “start up”*
- *Región II: fallas de distribución normal*
- *Región III: representa fallas por desgaste*





EFFECTO DE LA EFICIENCIA B SOBRE EL CAMPO DE FLUSHING





AUTOMATISMO INDUSTRIAL

RECOMENDACIONES



GUÍA DE SELECCIÓN DE NIVELES DE LIMPIEZA ISO

Sistemas Hidráulicos

Componentes del Sistema	Sistemas Hidráulicos								
Servoválvulas	A	B	C	D	E				
Válvulas proporcionales		A	B	C	D	E			
Bombas de Caudal variable			A	B	C	D	E		
Válvulas de cartucho				A	B	C	D	E	
Bombas de Caudal fijo				A	B	C	D	E	
Bomba de paletas					A	B	C	D	E
Válvulas de contro de presión/caudal					A	B	C	D	E
Válvulas solenoides					A	B	C	D	E
Bomba de engranajes					A	B	C	D	E

Nivel de Limpieza ISO	12/10/7	13/11/9	14/12/10	15/13/11	16/14/12	17/15/12	17/16/13	18/16/14	19/17/14
Medios Filtrantes Filtros OEFISA	A ($b_1 = 200$)								
			B ($b_3 = 200$)						
					C ($b_6 = 200$)				
							D ($b_{12} = 200$)		

Instrucciones para determinar el Nivel de limpieza

1. Fijar como primer ítem el tipo de componente
2. Ubicar casilla a la derecha del componente, de acuerdo al rango de presión requerido.
3. El nivel de limpieza y medio filtrante están dados en la parte inferior de la tabla
4. Desplazarse una columna a la izquierda si se dan alguno de los siguientes factores
 - a. Sistema crítico de producción
 - b. Servicio severo de alta frecuencia
 - c. Utilización de fluido hidráulico con contenido de agua.
 - d. Expectativa de servicio mayor a 7 años
 - e. Falla del sistema puede crear fallas de seguridad.
5. Desplazarse 2 columnas a la izquierda si son aplicables 2 o mas factores enumerados en 4

Sistemas Hidráulicos Rangos de presión (psi)

Medio	Rango de Presión
C	> 2500 psi (170 bar)
D	1500 a 2500 psi (100 a 170 bar)
E	< 1500 psi (100 bar)



GUÍA DE SELECCIÓN DE NIVELES DE LIMPIEZA ISO

Sistema de Lubricación

Componentes del Sistema	Sistemas de Lubricación								
Rodamientos de bolas		A	B	C	D	E			
Rodamientos de rodillos			A	B	C	D	E		
Cojinetes				A	B	C	D	E	
Caja de engranajes (Industriales)				A	B	C	D	E	
Caja de engranajes (Equipos móviles)					A	B	C	D	E
Motores Diesel						A	B	C	D
Nivel de Limpieza ISO	12/10/7	13/11/9	14/12/10	15/13/11	16/14/12	17/15/12	17/16/13	18/16/14	19/17/14
Medios Filtrantes Filtros OEFISA	A ($b_1 = 200$)								
			B ($b_3 = 200$)						
					C ($b_6 = 200$)				
							D ($b_{12} = 200$)		

Sistema de Lubricación

Para sistemas de lubricación, desplazarse una columna hacia la derecha si la viscosidad operativa es mayor a 500 SUS

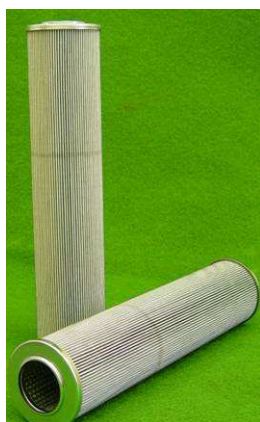


En este caso no se aplican los rangos de presión. Partir desde la mitad del rango C y efectuar ajustes preestablecidos



PRODUCTOS OEFISA

Series ES1 – ES2 Reemplazo de cartuchos originales PTI – MAHLE - Pall





PRODUCTOS OEFISA

Venteos para tanques de sistemas hidráulicos y lubricantes
Serie CV EH 001-10





PRODUCTOS OEFISA

Reemplazo de unidades selladas descartables



Serie CES



Serie ES



EFICIENCIA CONTROLADA Y CERTIFICADA SEGÚN ISO

16889

3/39



SUMMARY

Ref. OEFISA	Ref. IFTS	ΔP initial element (hPa)	Retention capacity (g) ΔP final element = 12 000 hPa	Average S ($\mu\text{m(c)}$) for $R_d > 200$
ES1DH004 V B 30 N° 3 - 3 μm	5326	110	118	< 4
ES1DH004 V C 30 N° 6 - 6 μm	5328	105	116	< 4
ES1DH004 N D 30 N° 12 - 12 μm	5331	79	109	7
ES1DH004 N E 30 N° 25 - 25 μm	5334	50	101	15

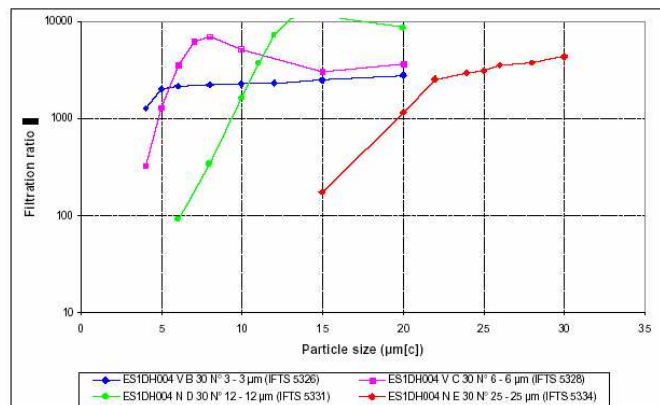


Figure 1 : Comparison of average filtration ratio vs particle size
(ISO 16 889 - 50 L/min - 10 mg/L - ISO MTD - $\Delta P_F = 12\ 000$ hPa -)

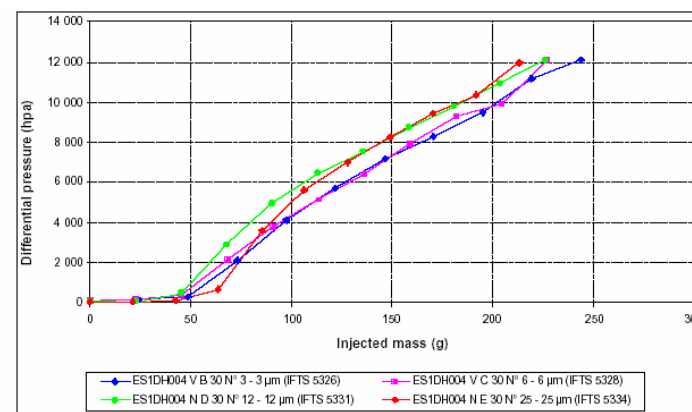


Figure 2 : Comparison of the clogging curve
(ISO 16 889 - 50 L/min - 10 mg/L - ISO MTD - $\Delta P_F = 12\ 000$ hPa)



Test Report N° 02/392.a



AUTOMATISMO INDUSTRIAL

*Almafuerte 466
San Justo Buenos Aires
Republica Argentina – (1754)
TEL/FAX: +54 (11) 4650-7016 (Líneas rotativas)*

*Visítenos en Internet en www.st-1.com.ar
Contáctenos: stinfo@st-1.com.ar*