



# AUTOMATISMO INDUSTRIAL

## CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS INDUSTRIALES

ESTE MATERIAL FUE CEDIDO GENTILMENTE POR



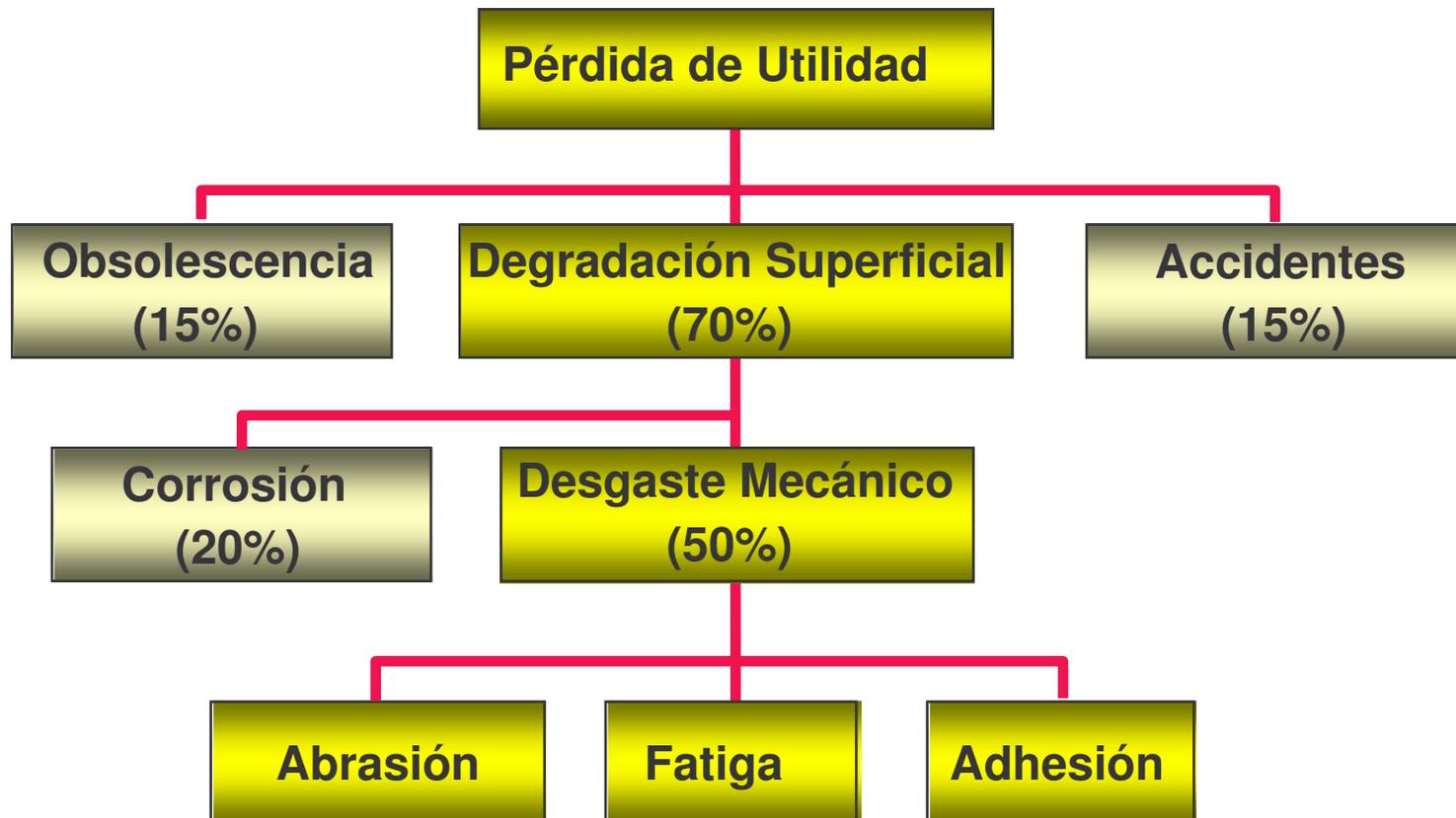


# **AUTOMATISMO INDUSTRIAL**

**FUNDAMENTOS SOBRE LA  
CONTAMINACIÓN**



# EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS HIDRÁULICOS Y DE LUBRICACIÓN

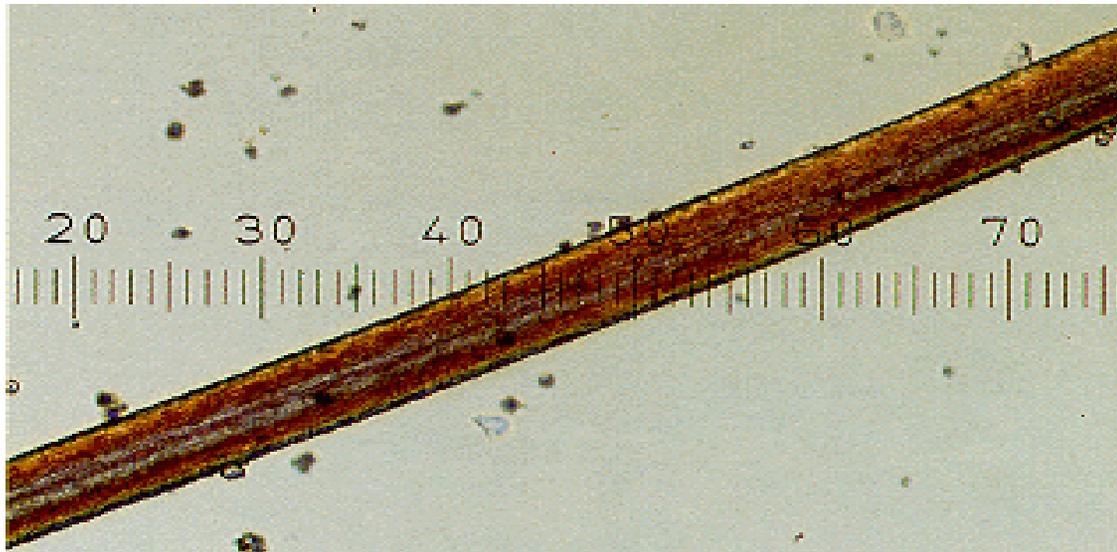




## MIDIENDO CONTAMINANTES

### *La Micra ( $\mu\text{m}$ )*

- *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.*



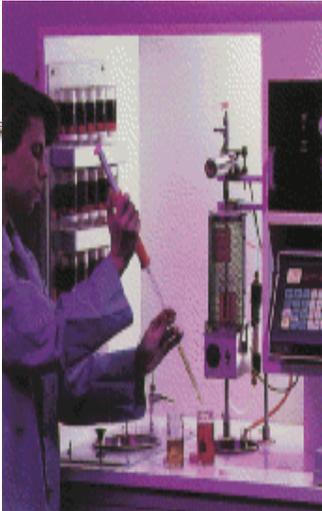
## CONTEO ÓPTICO POR MICROSCOPIO



- **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

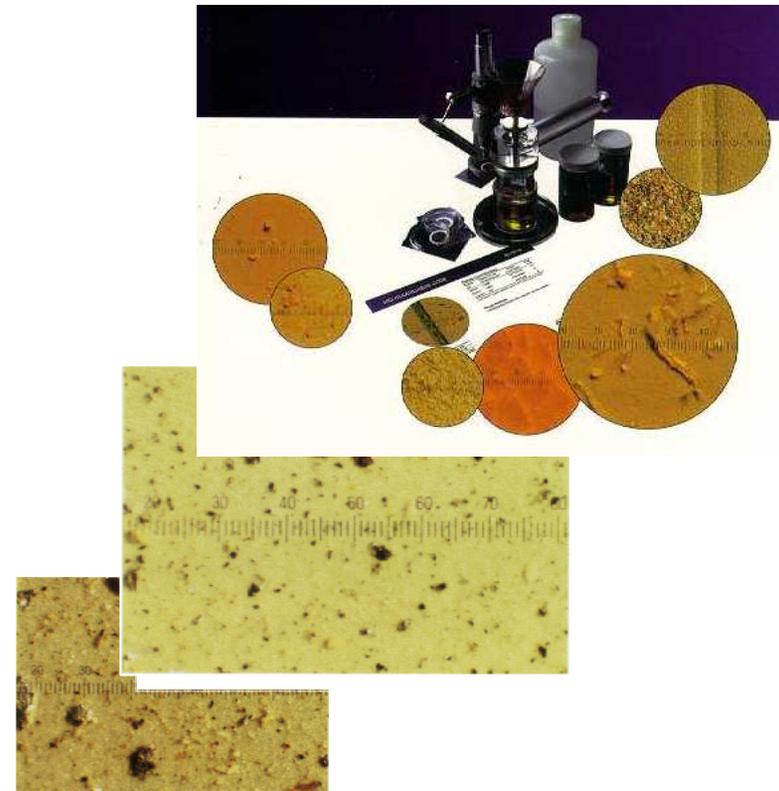


- **Beneficios**
  - *Rápido y repetitivo*
  - *Provee Conteo real*
  - *Provee código ISO ( $>2\mu\text{m}$ )*
- **Limitaciones**
  - *Sensible a contaminantes no-particulados (agua, aire, gels)*
  - *No identifica contaminantes*
  - *Instrumento caro y delicado*
  - *No permite examinar fluidos oscuros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





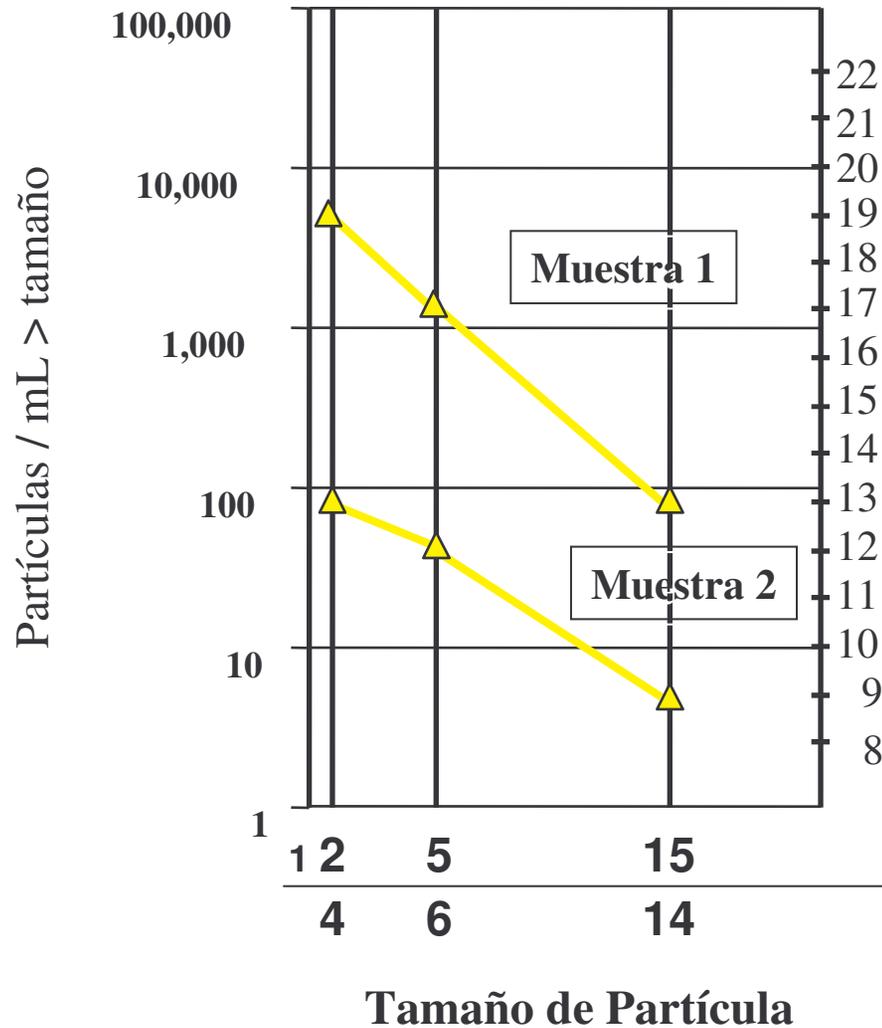
## REPORTANDO CÓDIGOS DE LIMPIEZA

### 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  $> 2\mu\text{m}$*
  - *Número total de partículas  $> 5\mu\text{m}$*
  - *Número total de partículas  $> 15\mu\text{m}$*



# 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



## NÚMEROS DE RANGO ISO

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



**CONTEO DE PARTÍCULAS**  
**DEFISA  $\beta_3 > 200$**

**Resumen de conteo de partículas**

<b>Tamaño Partícula</b>	<b>Numero por ml.</b>	<b>Rango Código</b>
2 $\mu\text{m}$	85	<b>14</b>
5 $\mu\text{m}$	41	<b>13</b>
15 $\mu\text{m}$	12	<b>11</b>

**Código ISO limpieza:**  
**14 / 13 / 11**



**CONTEO DE PARTÍCULAS  
ACEITE  
NUEVO DE TAMBOR**

**Resumen de conteo de partículas**

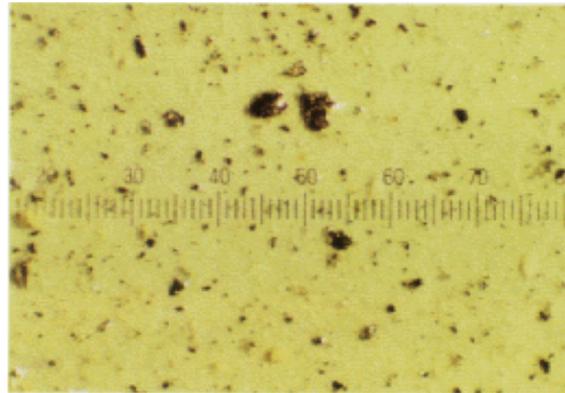
<b>Tamaño Partícula</b>	<b>Numero por ml.</b>	<b>Rango Código</b>
2 $\mu\text{m}$	33,121	<b>22</b>
5 $\mu\text{m}$	7,820	<b>20</b>
15 $\mu\text{m}$	2,440	<b>18</b>

**Código ISO limpieza:  
22 / 20 / 18**

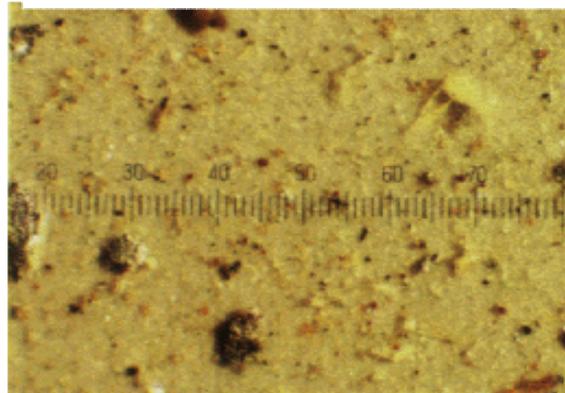


## NIVELES DE CONTAMINACIÓN TÍPICOS

*Aceite nuevo  
de tambor  
22/20/18*



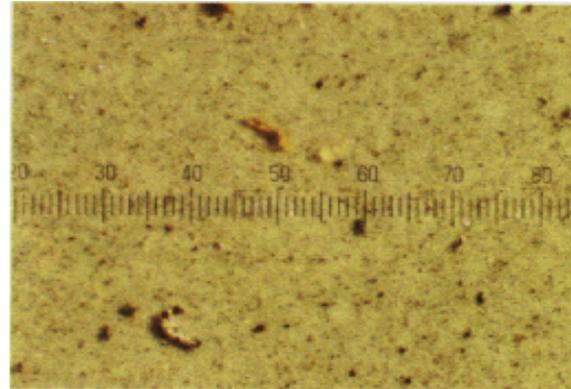
*Sistema nuevo con  
contaminantes  
generados  
internamente  
23/22/20*



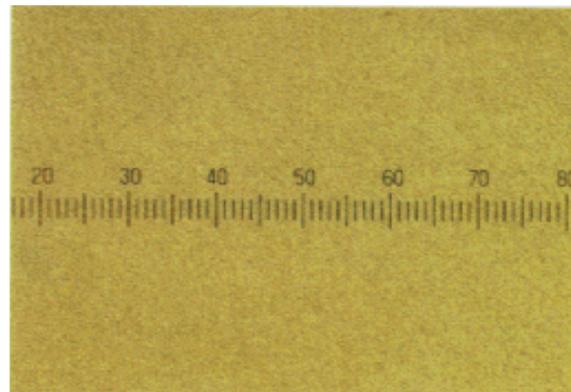


## NIVELES DE CONTAMINACIÓN TÍPICOS

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



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





# **AUTOMATISMO INDUSTRIAL**

**DESGASTE INDUCIDO POR LA  
CONTAMINACIÓN**



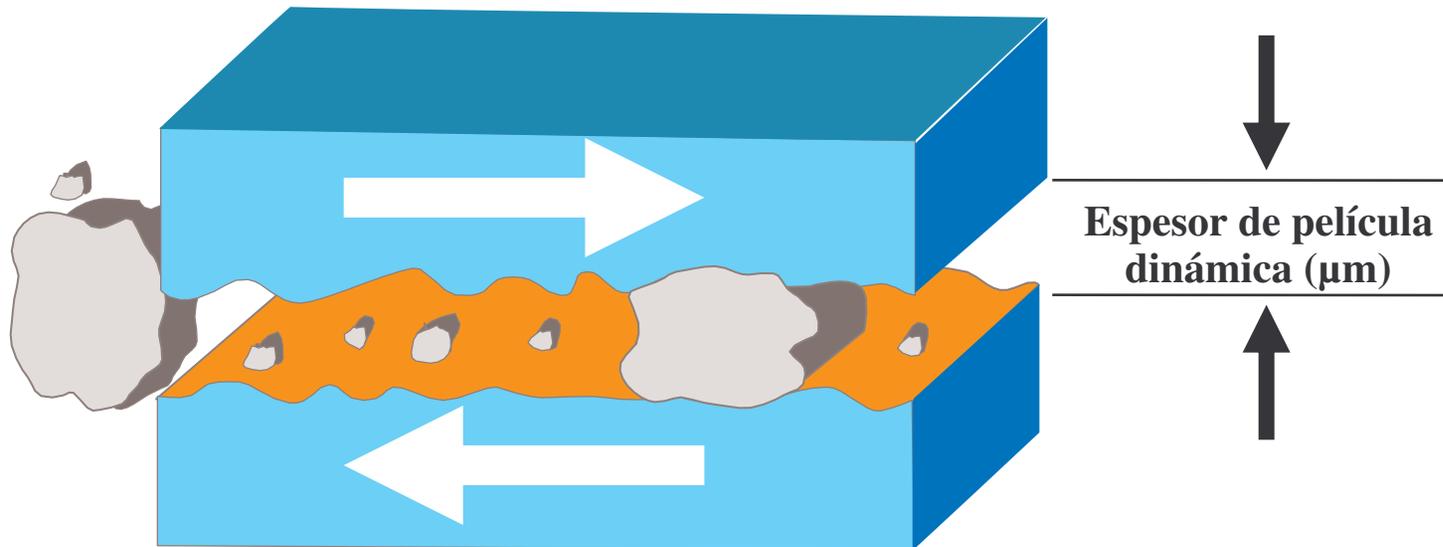
## MECANISMOS DE DESGASTE

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

**Carga**

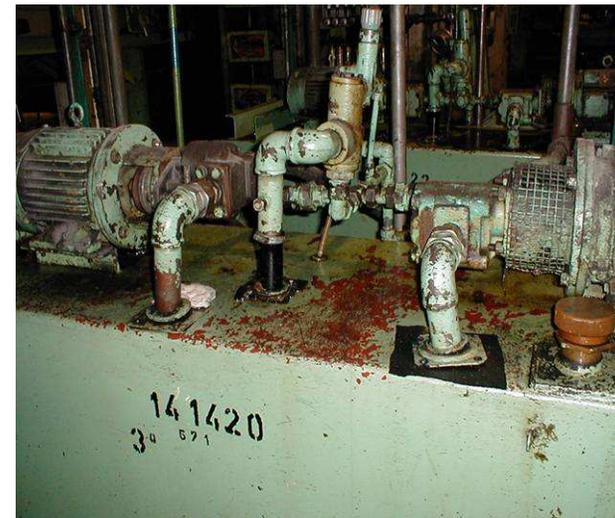


*Las partículas se sitúan en las tolerancias entre dos superficies en movimiento, se encajan en una de ellas y actúan como herramientas de corte, extrayendo material de la otra superficie. Las partículas que causan mayor daño son aquellas cuyo tamaño coincide o es ligeramente superior a la tolerancia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



## EFECTOS DEL DESGASTE ABRASIVO

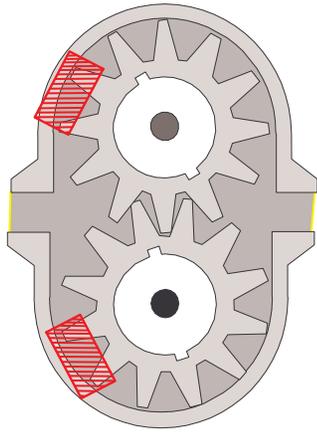
- *Cambios dimensionales*
- *Pérdidas*



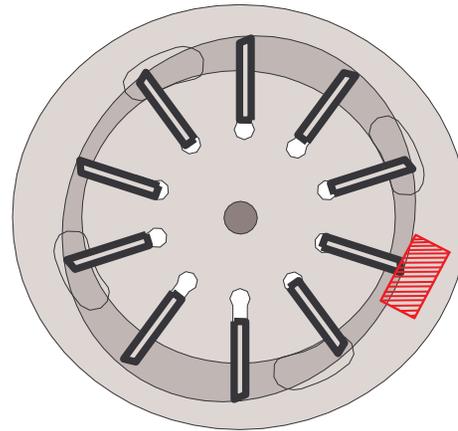
- *Baja eficiencia*
- *Partículas generadas = Mayor desgaste*



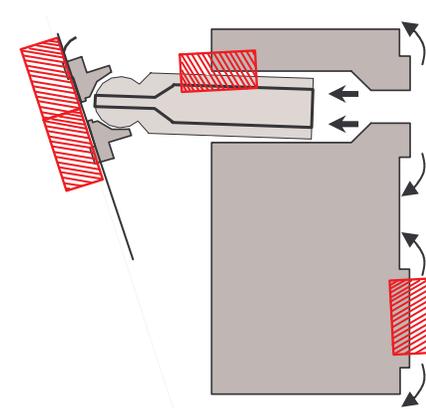
## DESGASTE DE BOMBAS HIDRÁULICAS



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



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



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



## 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  
Desgaste del casquillo de bronce  
Desgaste de las juntas del pistón  
Desgaste de segmentos

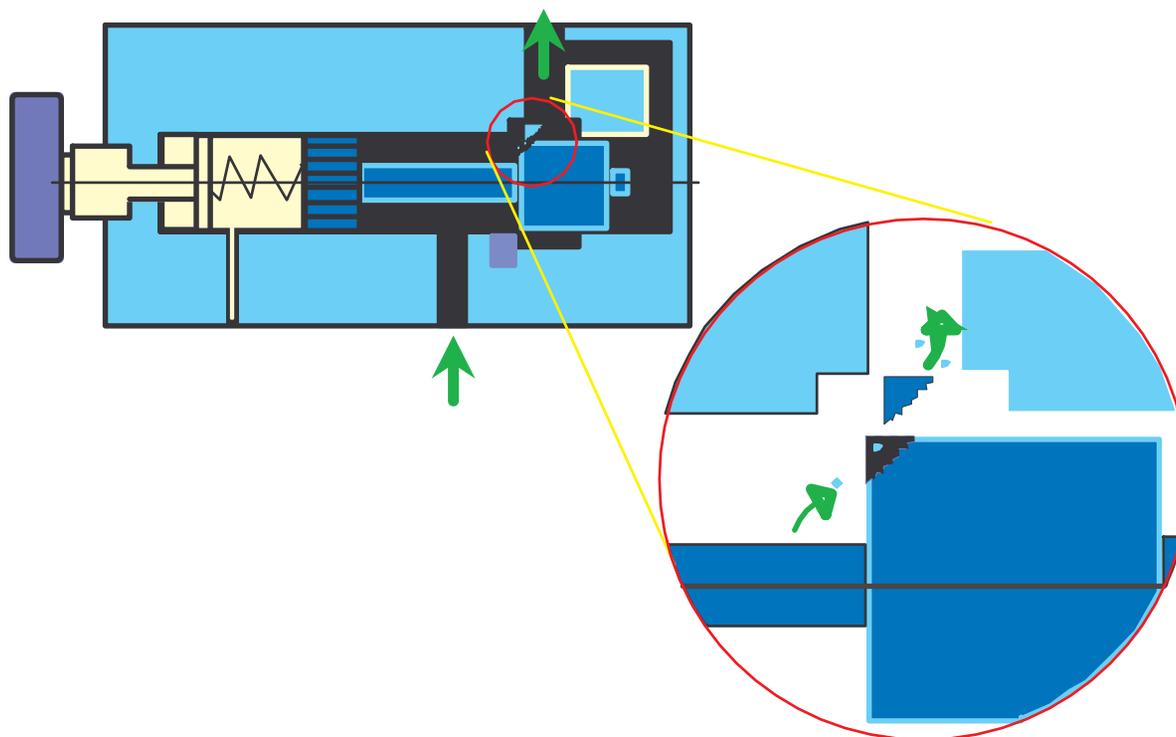
Pérdidas de Aceite  
Pérdida de alineación del vástago.  
Pérdida de velocidad  
Pérdidas de estabilidad y alineación

*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.*



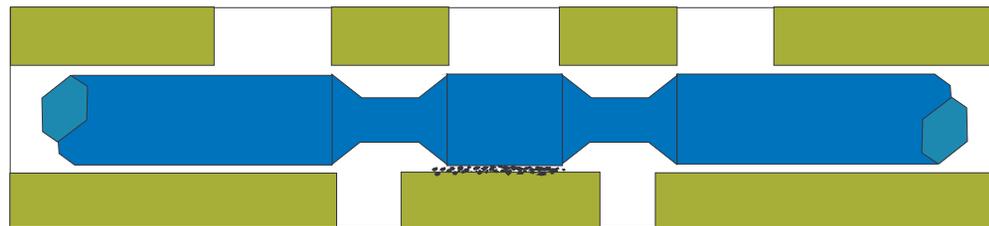
## DESGASTE EROSIVO



*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 <math>\mu\text{m}</math></i>
<i>Válvula Proporcional</i>	<i>1 - 6 <math>\mu\text{m}</math></i>
<i>Válvula Direccional</i>	<i>2 - 8 <math>\mu\text{m}</math></i>

### *Los microsolidos causan problemas en las válvulas:*

*Respuesta lenta – inestabilidad*

*Bloqueo de la corredera – restricción de movimientos*

*Erosión superficial*

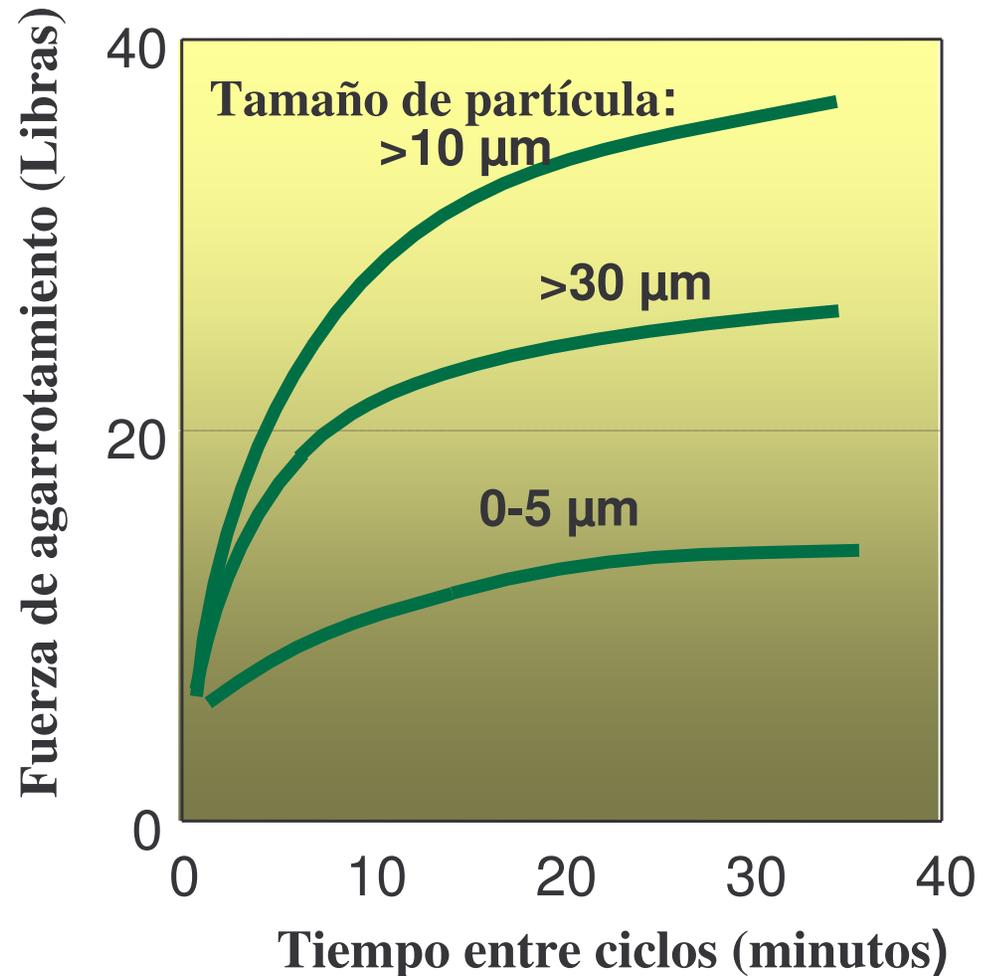
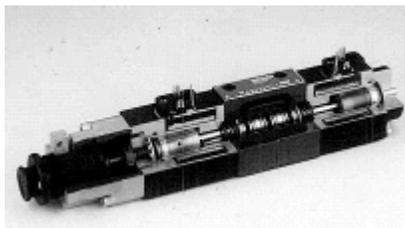
*Solenoides quemados*

*Fallo de los sistemas de seguridad*



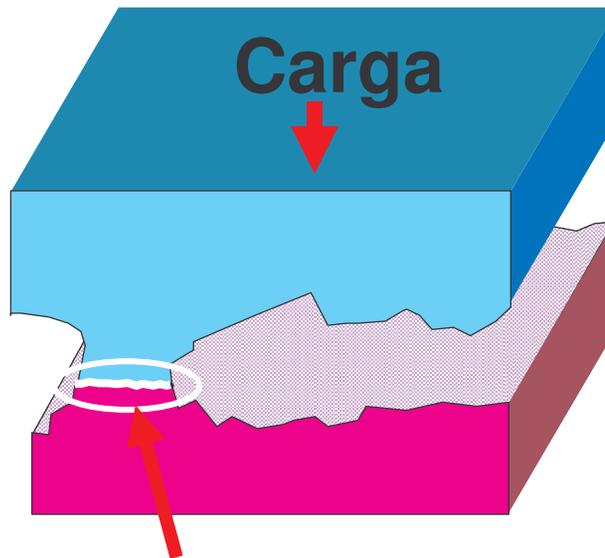
## FUERZA PARA MOVER UN EJE AGARROTADO

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

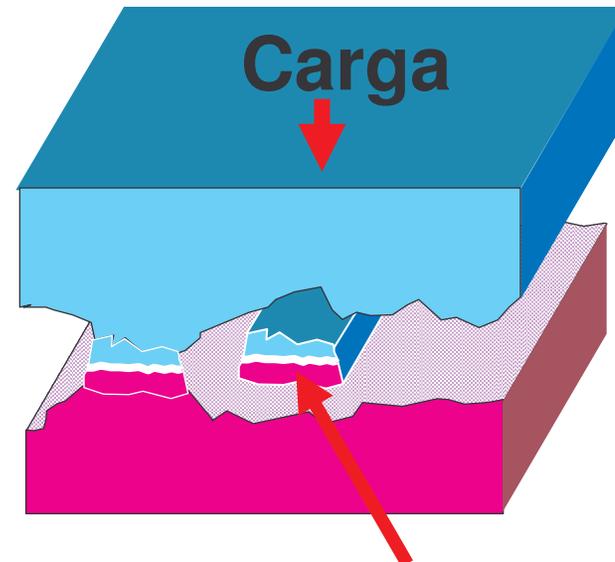




## DESGASTE POR ADHESIÓN



*Puntos de soldadura*



*Partículas generadas por el desgaste*

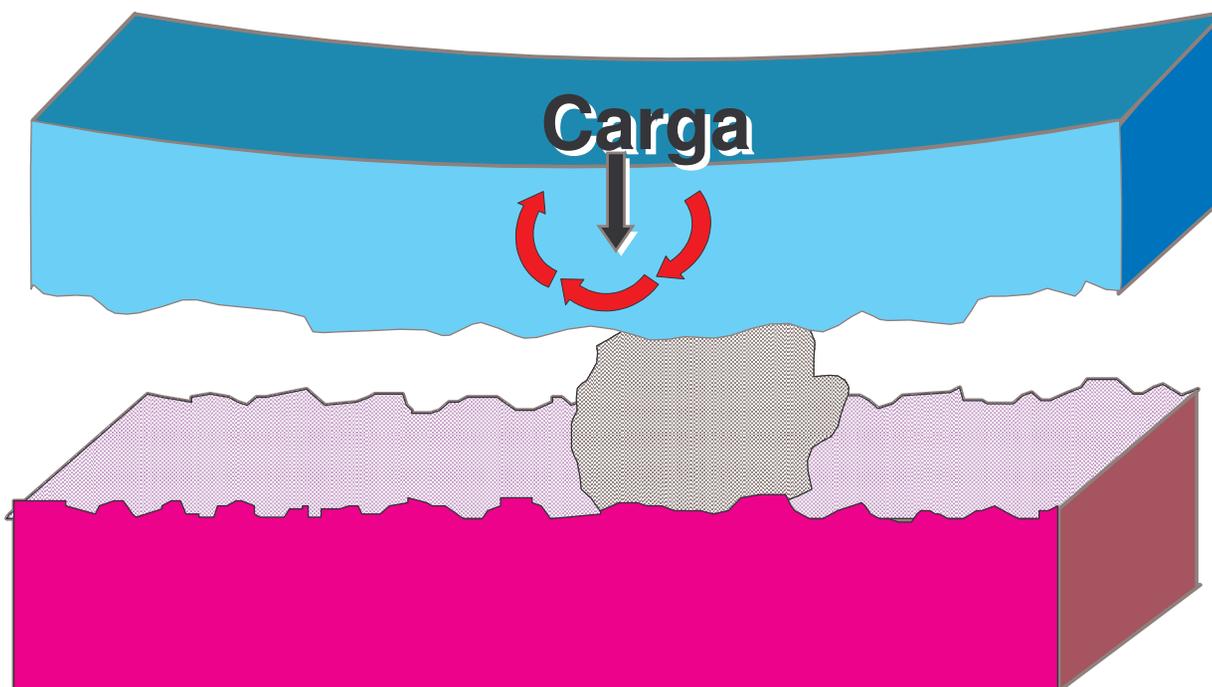
### *Consecuencias del desgaste por adhesión.*

*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

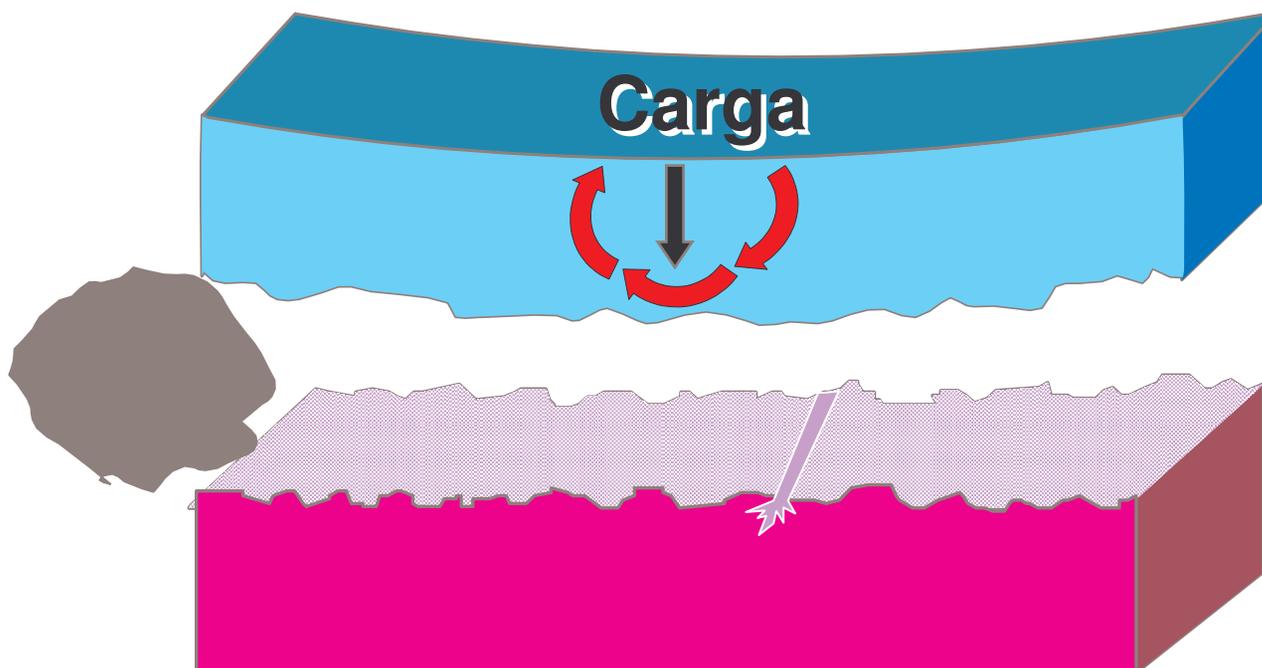
*Partícula atrapada*





## DESGASTE POR FATIGA

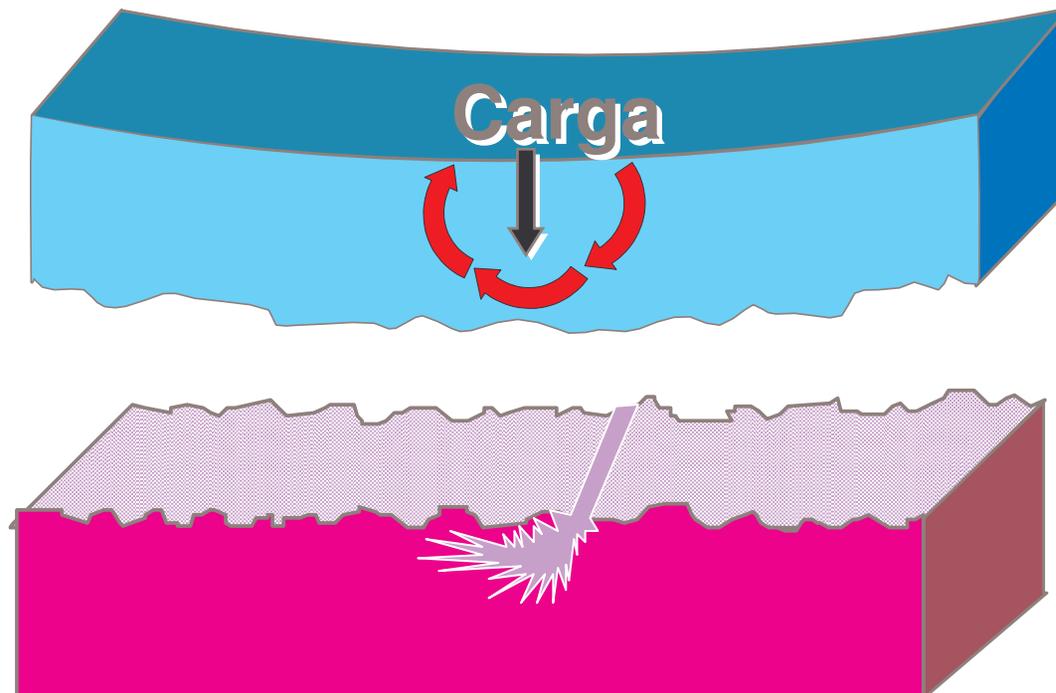
*Superficies melladas, se inician grietas*





## DESGASTE POR FATIGA

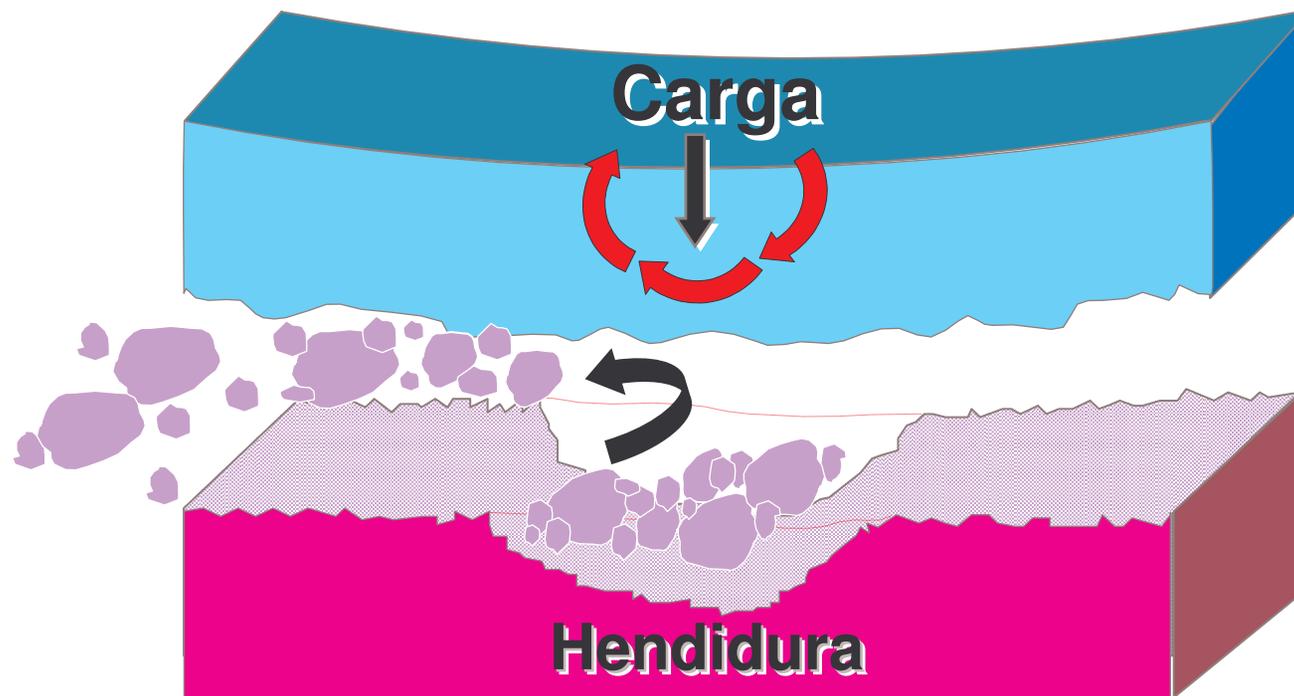
*Después de  $N$  ciclos, las grietas se extienden*





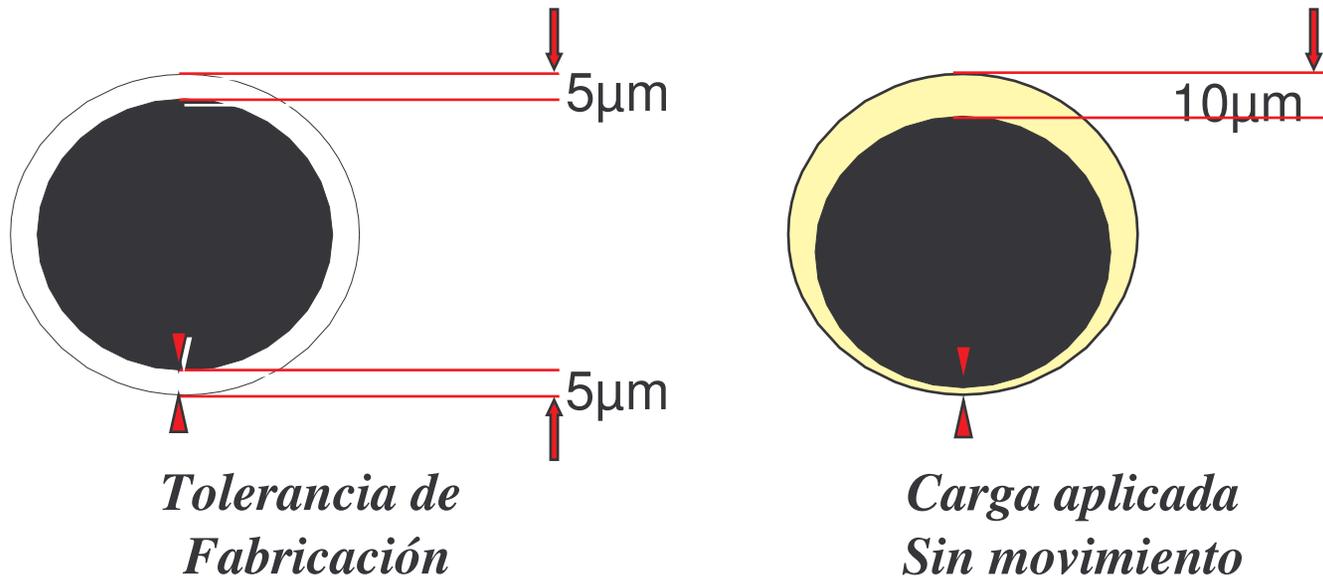
## DESGASTE POR FATIGA

*La superficie falla, liberando partículas.*





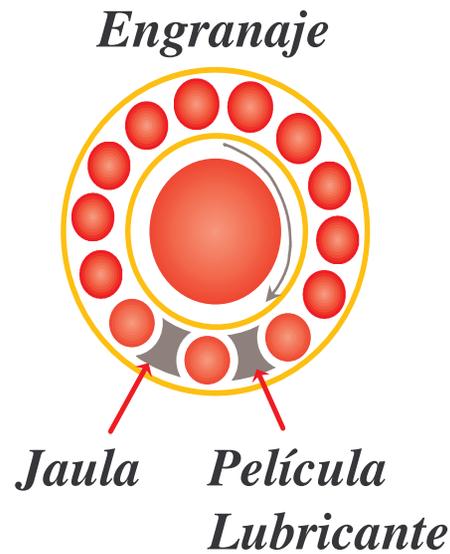
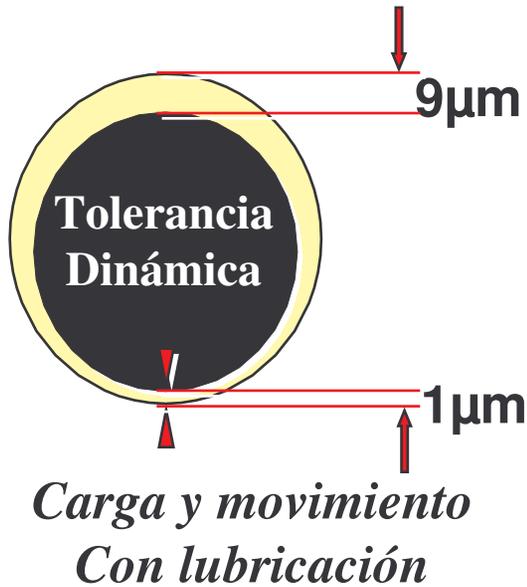
## DESGASTE EN RODAMIENTOS



*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.*

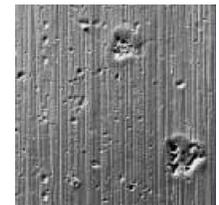


# ESPESOR DE PELÍCULA LUBRICANTE EN RODAMIENTOS

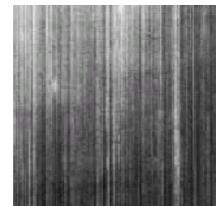


## *Pistas de rodamientos*

*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>



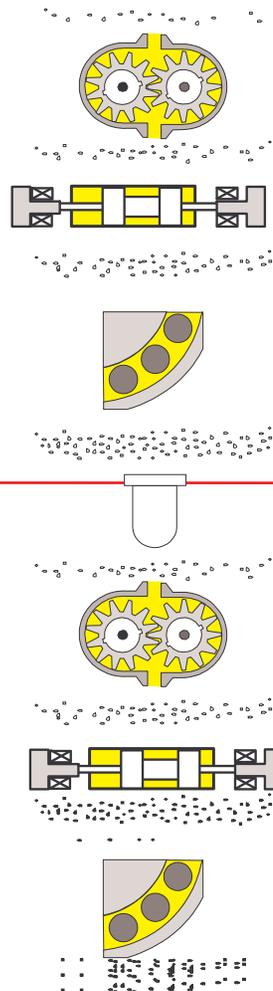
# **AUTOMATISMO INDUSTRIAL**

**ESTUDIOS TÉCNICOS**



# REACCIÓN EN CADENA DEL DESGASTE

**Filtro inefectivo**  
**50% eficiencia**



**1<sup>st</sup> Pasada**

**Bomba de engranajes**

**Válvula activada por solenoides**

**Rodamientos**

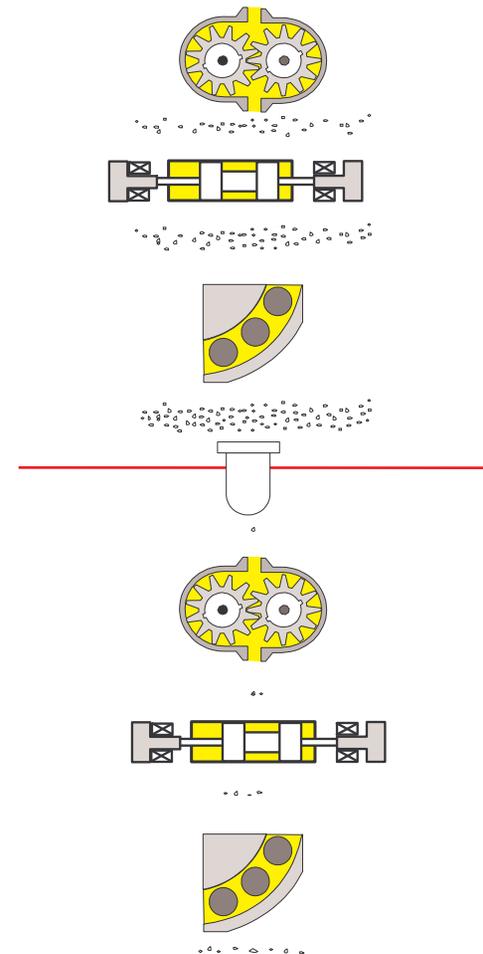
**2<sup>nd</sup> Pasada**

**Bomba de engranajes**

**Válvula activada por solenoides**

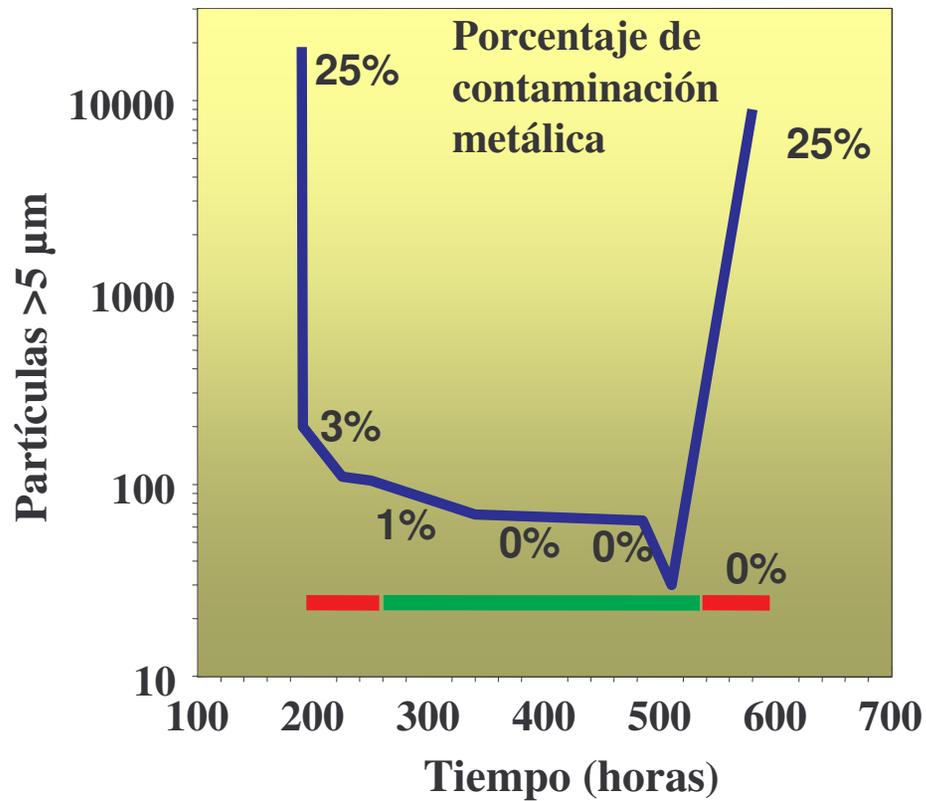
**Rodamientos**

**Filtro de alta performance**  
**99.5% Eficiencia**





## ROMPIENDO LA REACCIÓN EN CADENA DEL DESGASTE



### FILTRACION

25  $\mu\text{m}$  Nominal

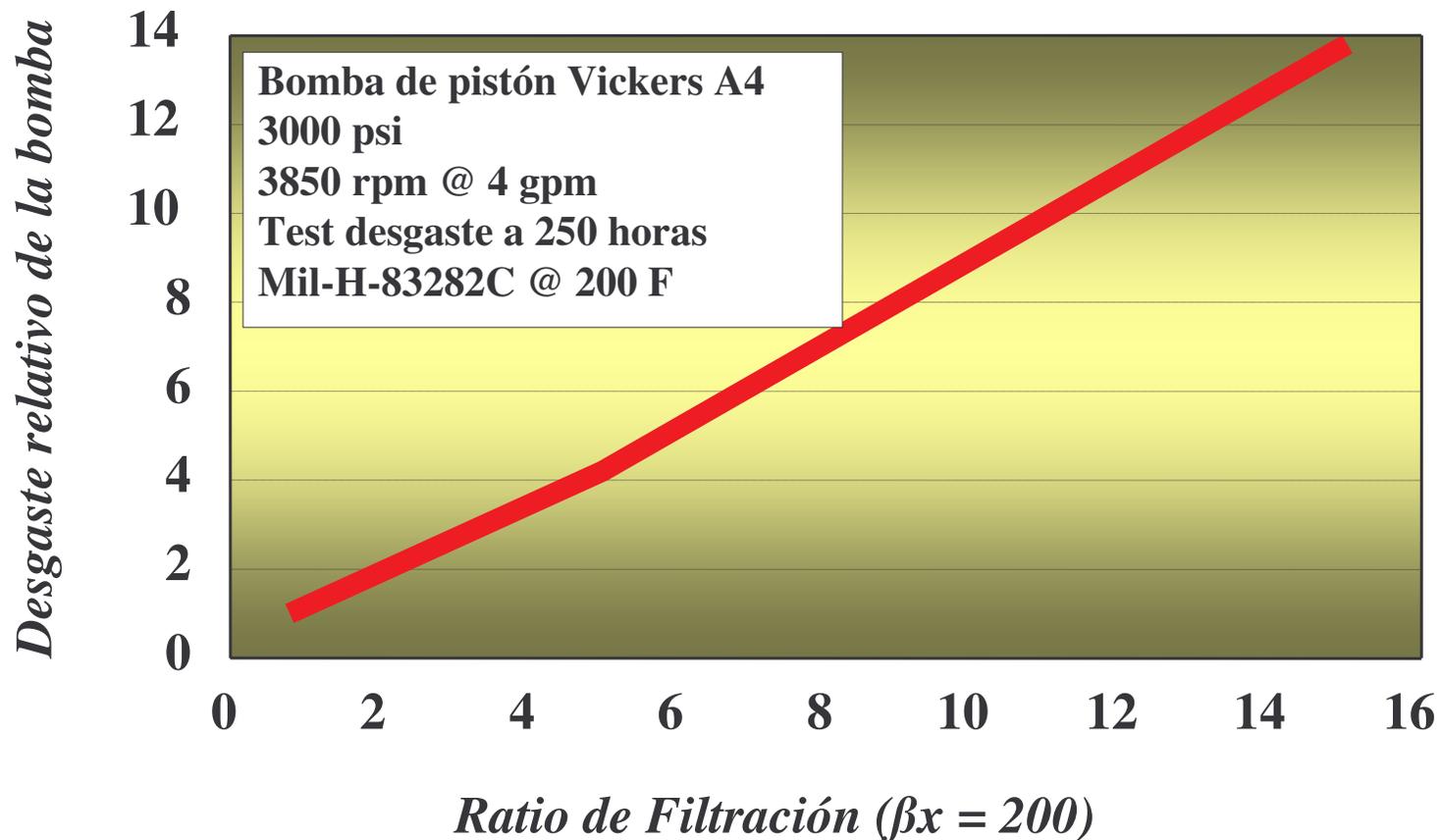
3  $\mu\text{m}$  Protección  
Tolerancias

25  $\mu\text{m}$  Nominal



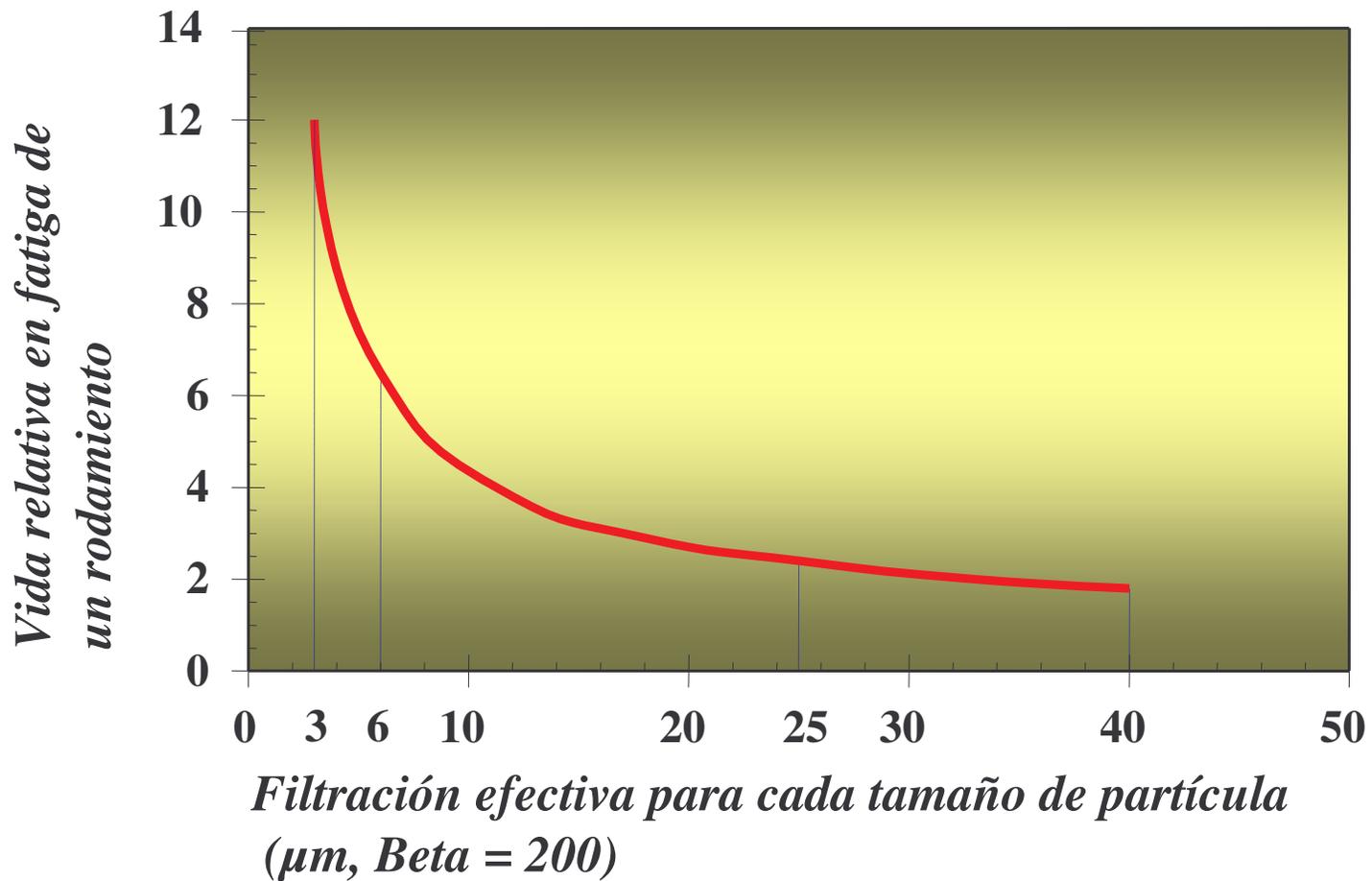
## NADC ENSAYO DE DESGASTE EN BOMBA DE PISTONES

*Ratio de filtración efectiva para bomba de pistones*





## CURVA DE MCG PERSON



*Los ensayos demuestran que el uso de filtros en 3 y 6  $\mu\text{m}$  para el control de microsólidos consigue importantes incrementos en la vida útil de los rodamientos.*



## RESULTADO DE LA FILTRACIÓN PARA EL CONTROL DE MICROSÓLIDOS

<b>Componente</b>	<b>Mejora</b>
<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 LA FATIGA EN RODAMIENTOS

Tamaño de rodamiento



6220



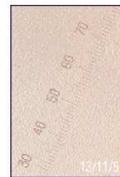
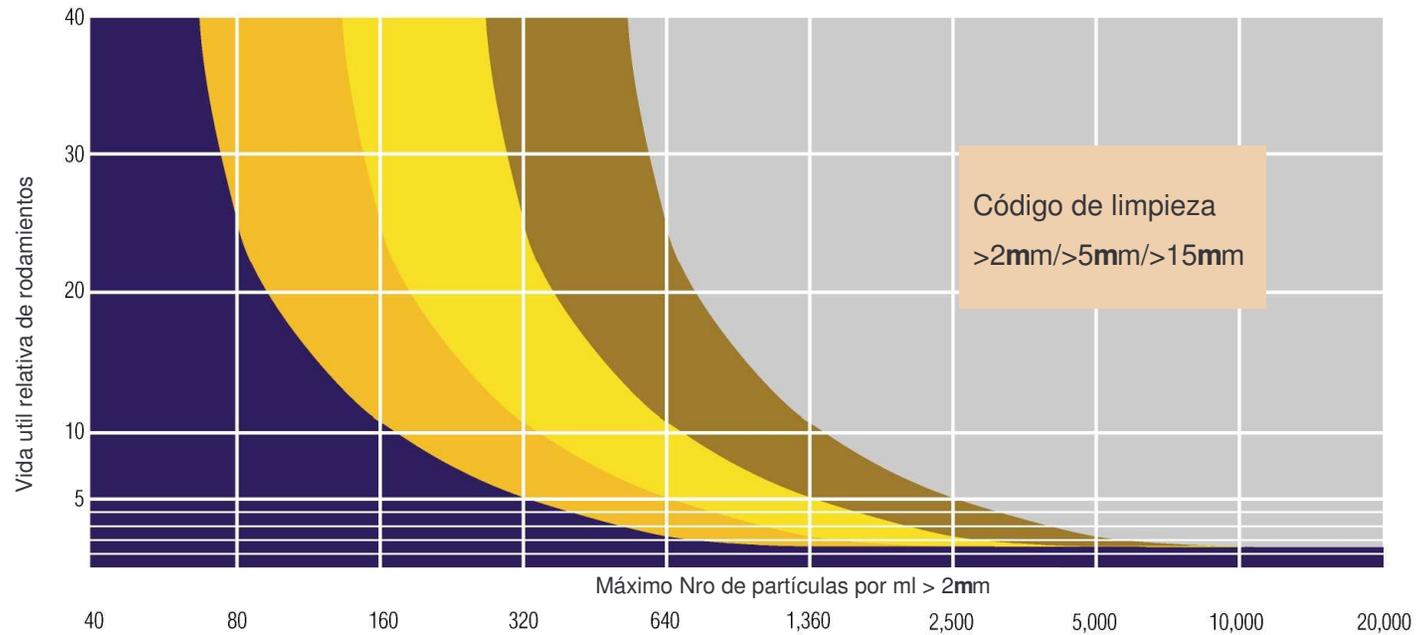
6214



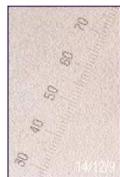
6207



6203



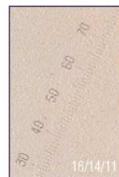
13/11/8



14/12/9



15/13/10



16/14/11



17/15/12



18/16/13



19/17/14



20/18/15



21/19/15



# SKF TEORÍA DE VIDA ÚTIL EN RODAMIENTOS



## Método antiguo

Siempre especifica una vida útil acotada

### Vida Útil Básica

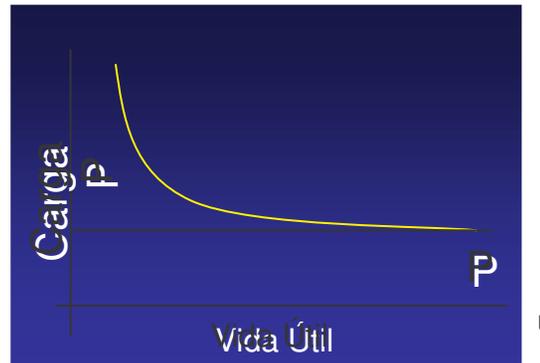
$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

$L_{10}$  = 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 contaminación 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*



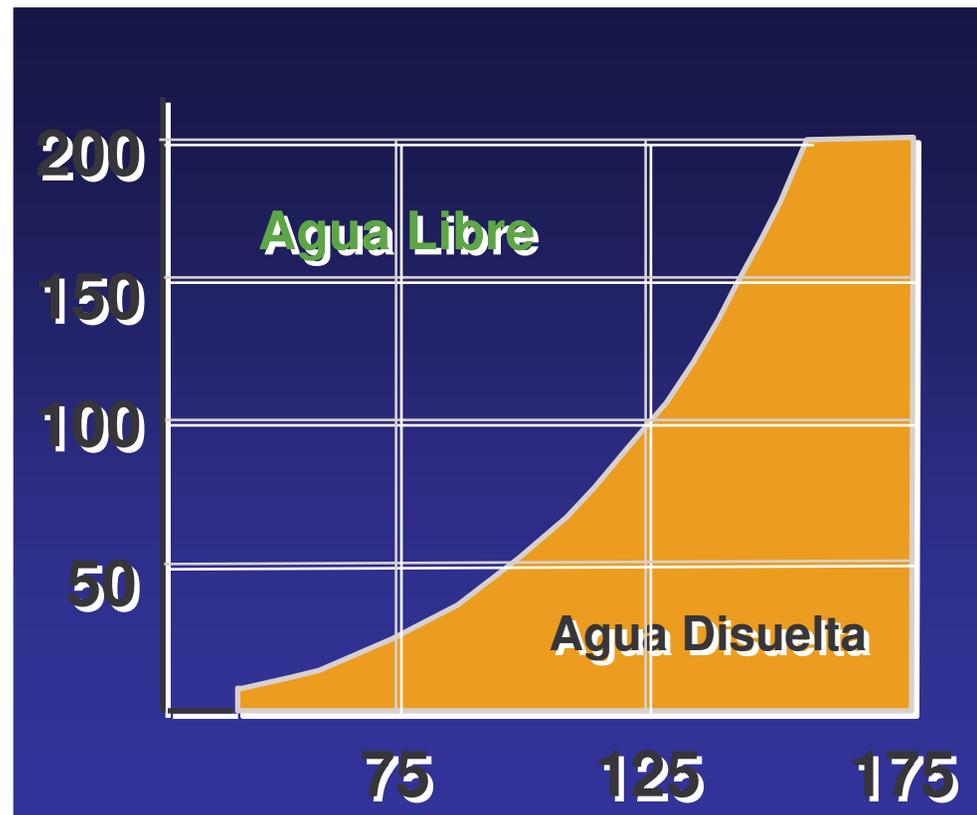
## FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA

- ▶ *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.*

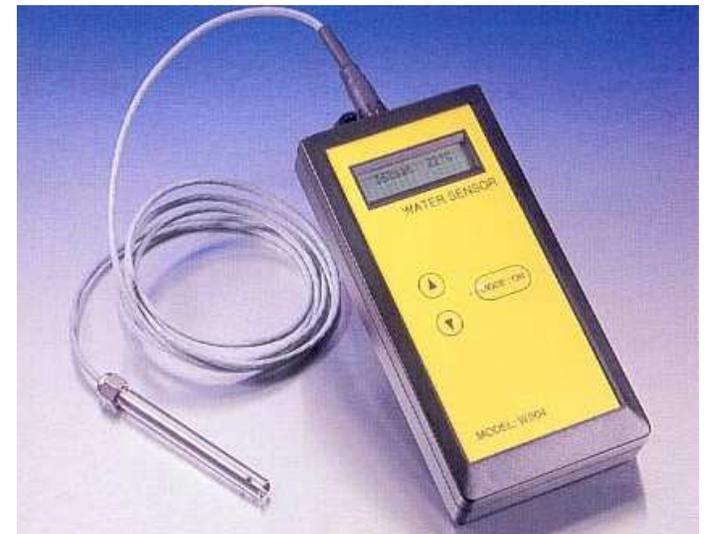
### Valores Típicos de Saturación

- ▶ **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 <math>\mu\text{m}</math> 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

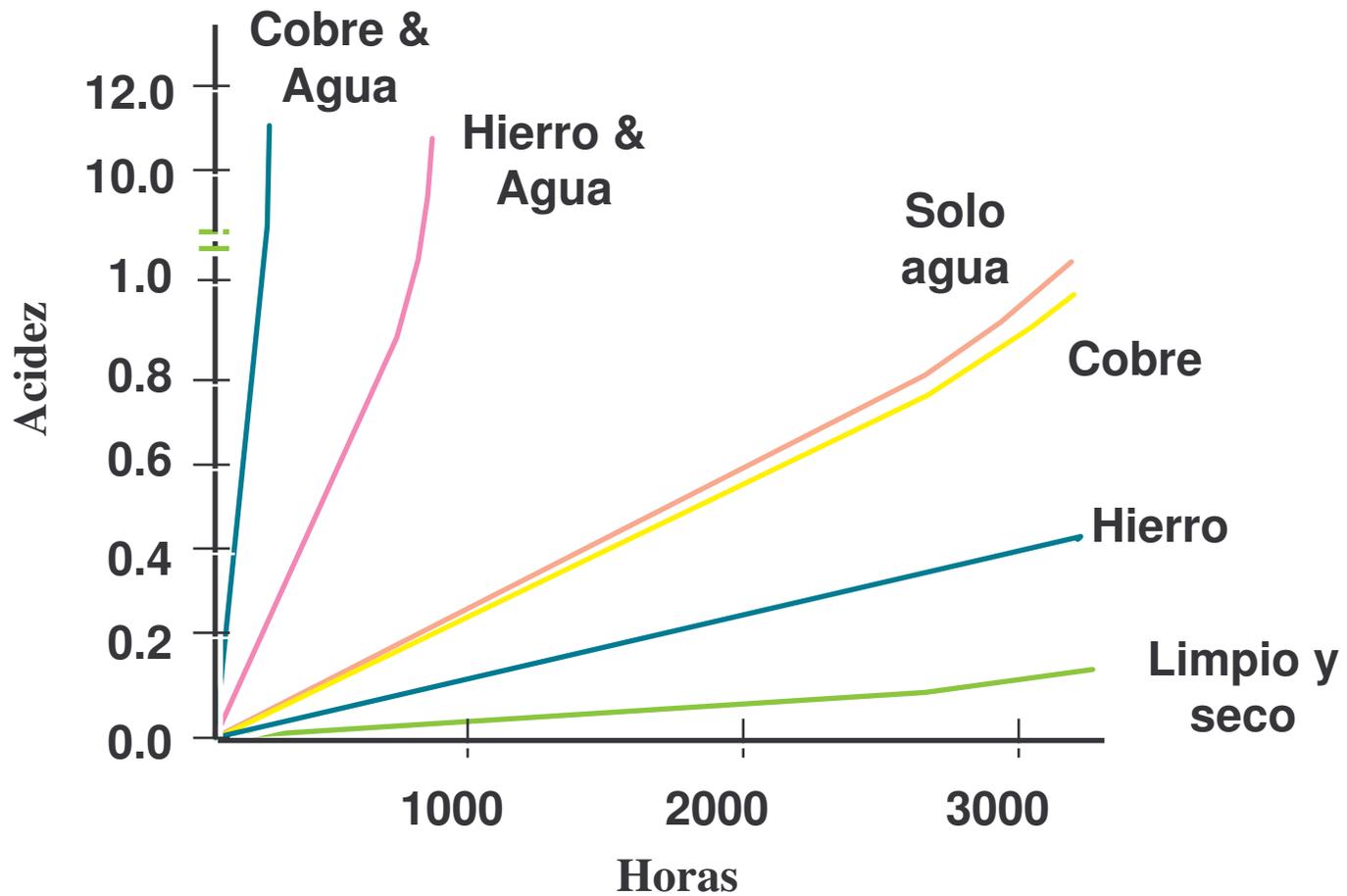


## EFFECTOS DEL AGUA Y/O PARTÍCULAS SOBRE LA OXIDACIÓN DEL ACEITE

<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





# EFFECTOS DEL AGUA SOBRE LA VIDA

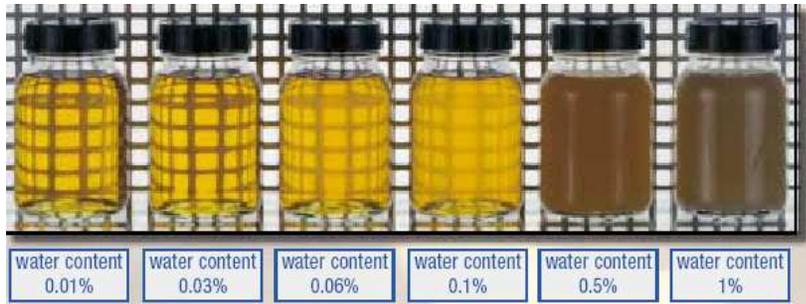
## EN FATIGA DE LOS RODAMIENTOS

<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.*



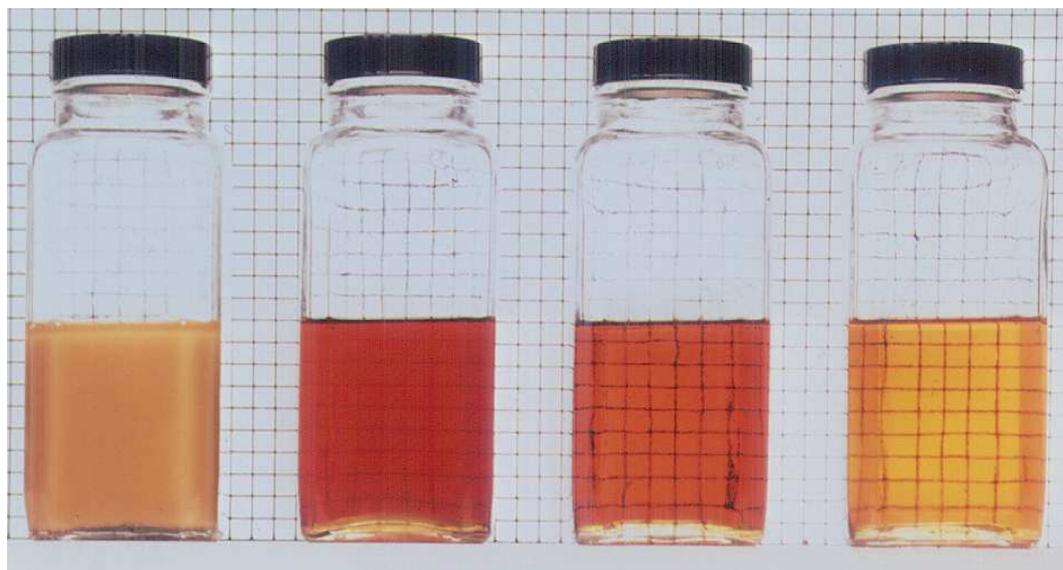
# EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE FLUIDOS. DESHIDRATADOR POR VACÍO



*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



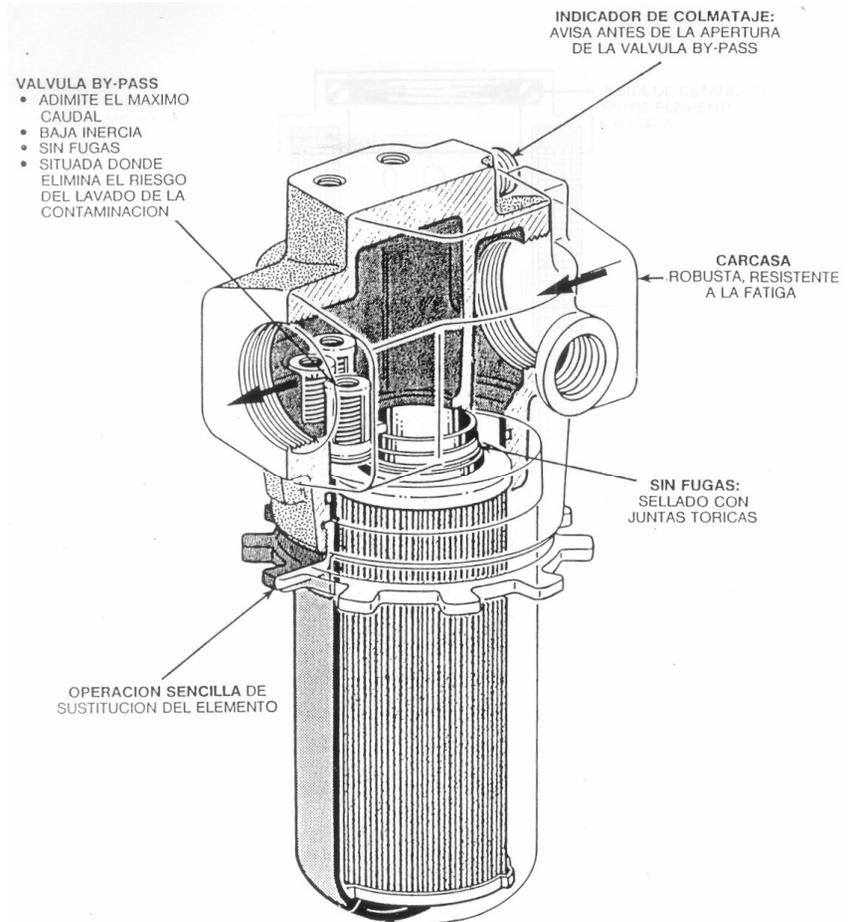
# **AUTOMATISMO INDUSTRIAL**

**FUNDAMENTOS SOBRE FILTROS**



# CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE ALTA EFICIENCIA

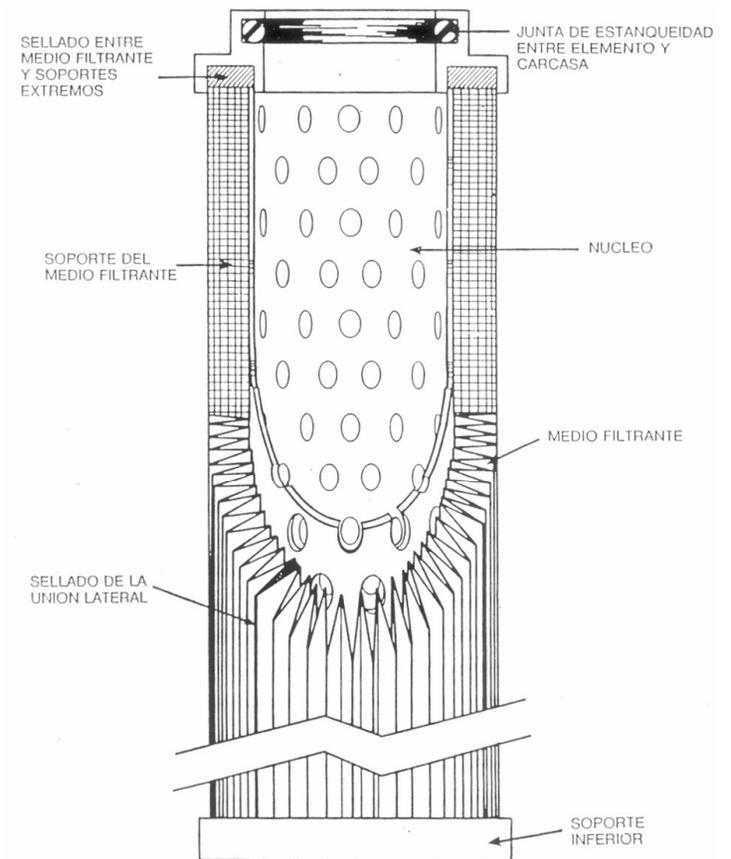
*Carcasa de filtro  
bien diseñado*





# CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE ALTA EFICIENCIA

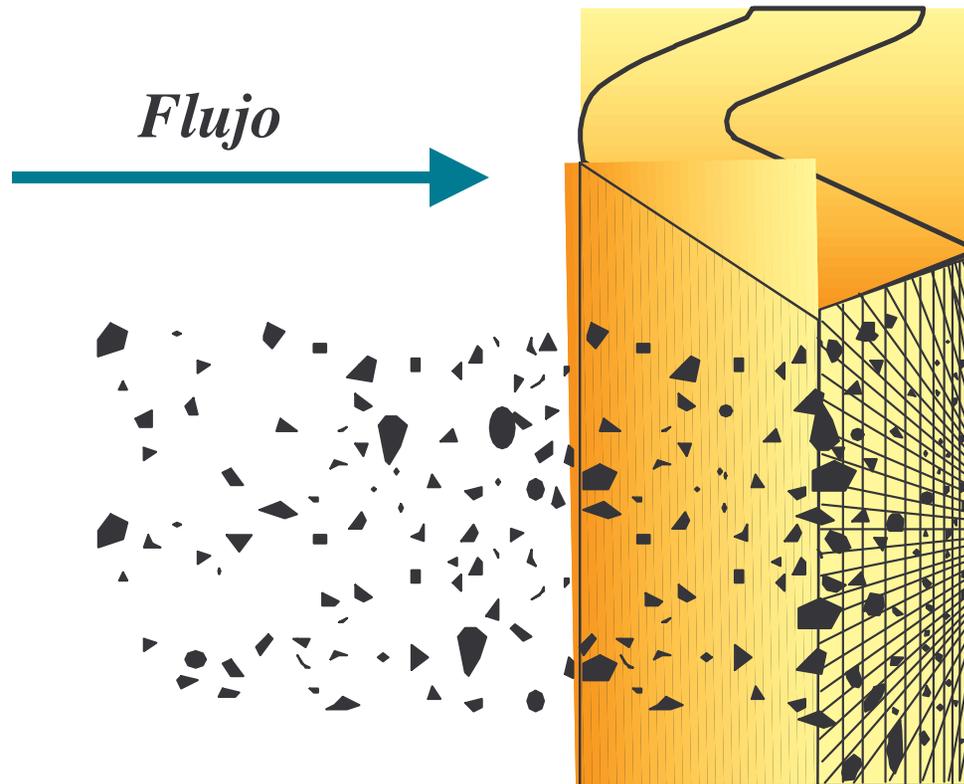
## *Elementos Filtrantes Robustos*



DISEÑO MONOBLOQUE

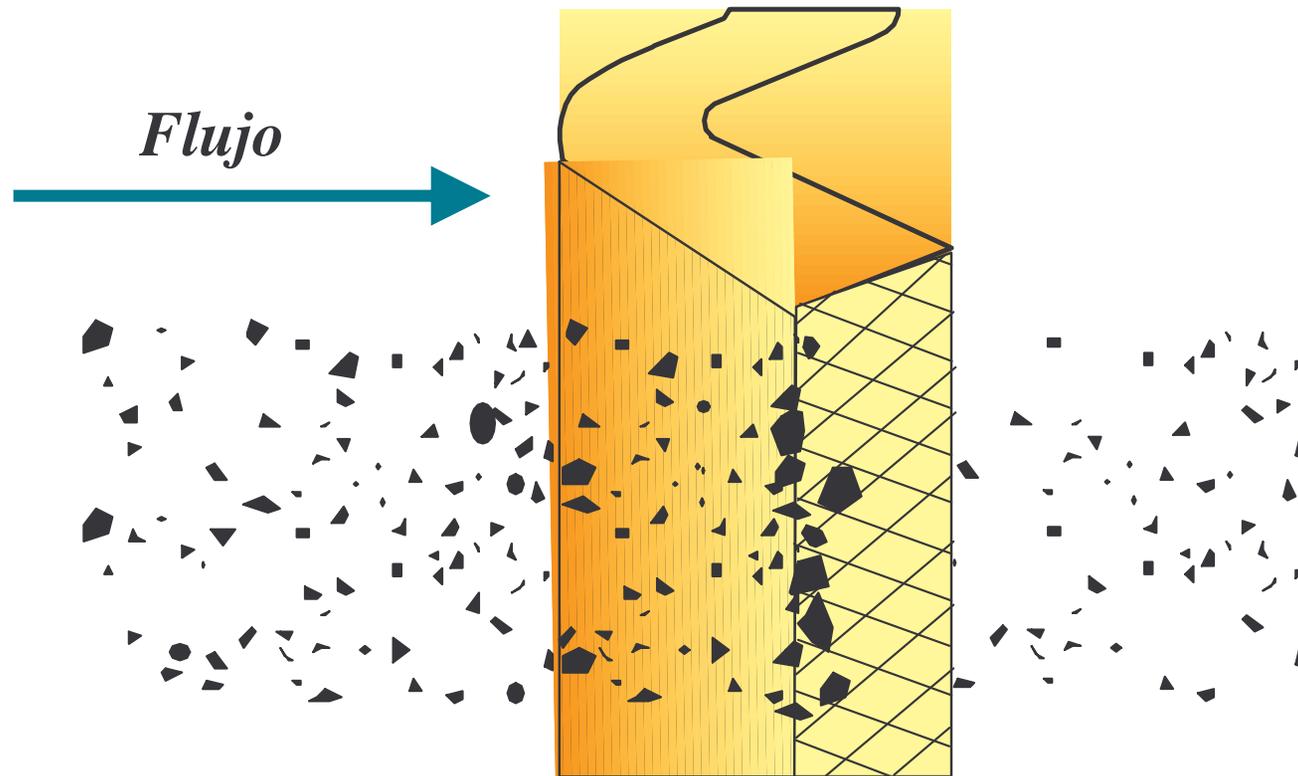


## MEDIO DE PORO DIFERENCIAL





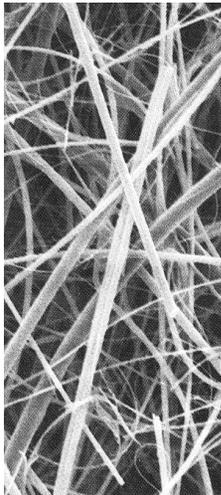
## MEDIO DE PORO UNIFORME



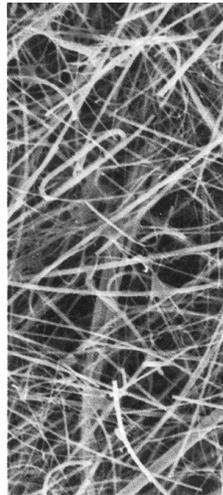


**PORO DIFERENCIAL  
VERSUS PORO  
UNIFORME**

*Medio Poro diferencial*

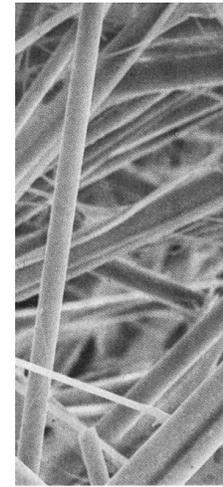


*Upstream  
500X*

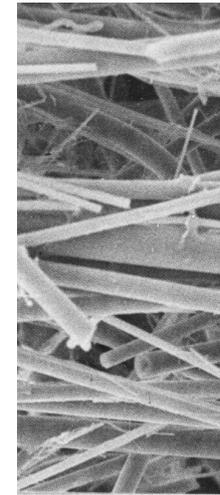


*Downstream  
500X*

*Medio de Poro uniforme*



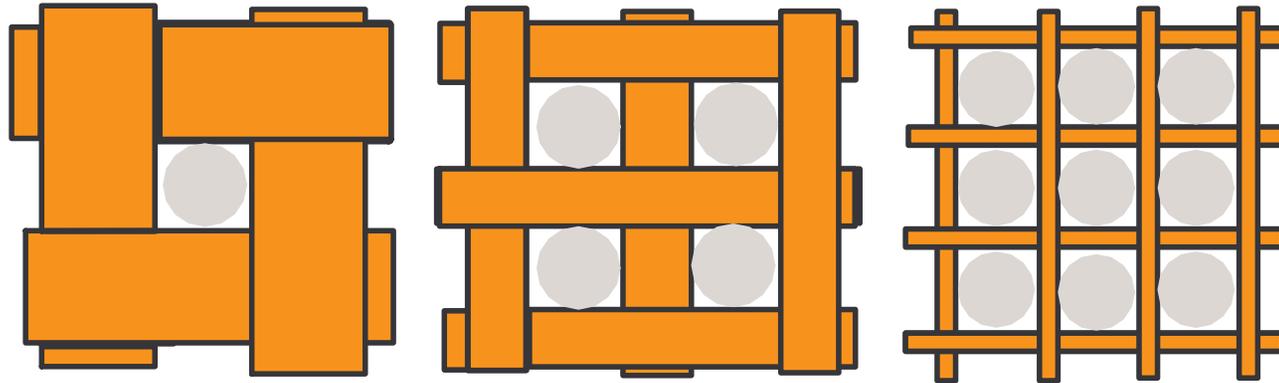
*Upstream  
500X*



*Downstream  
500X*



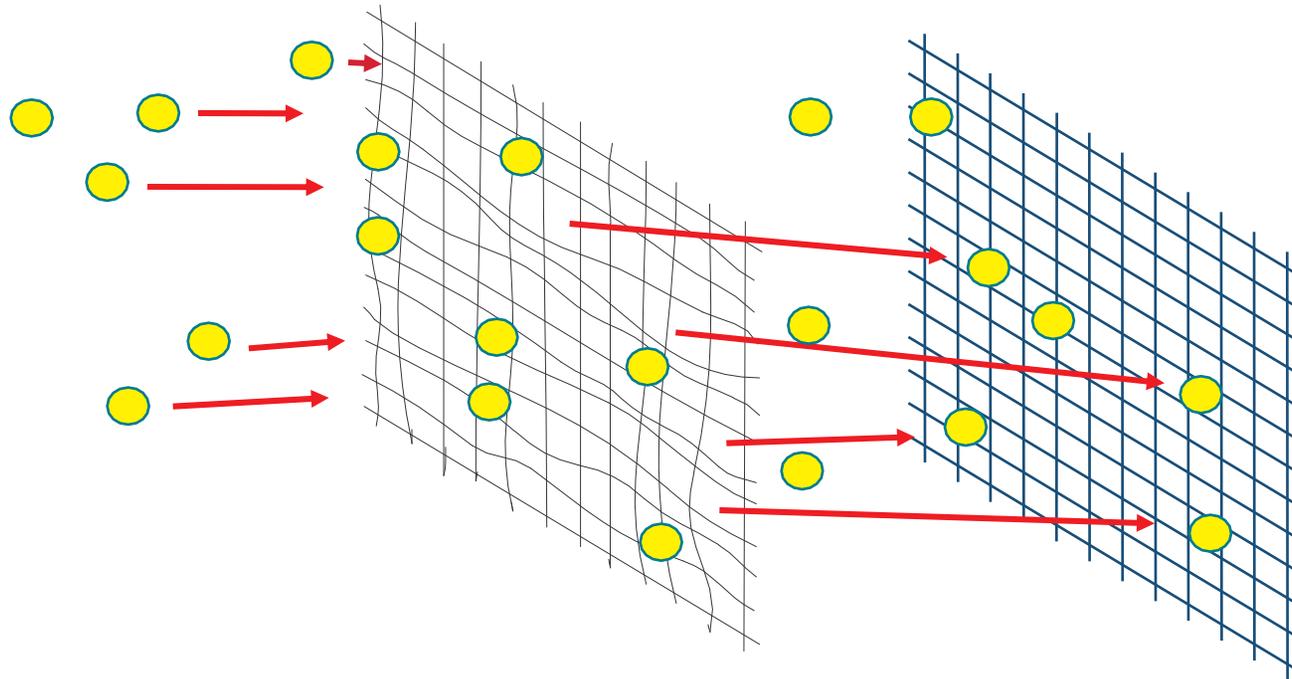
## DIÁMETRO DE FIBRAS



- *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*

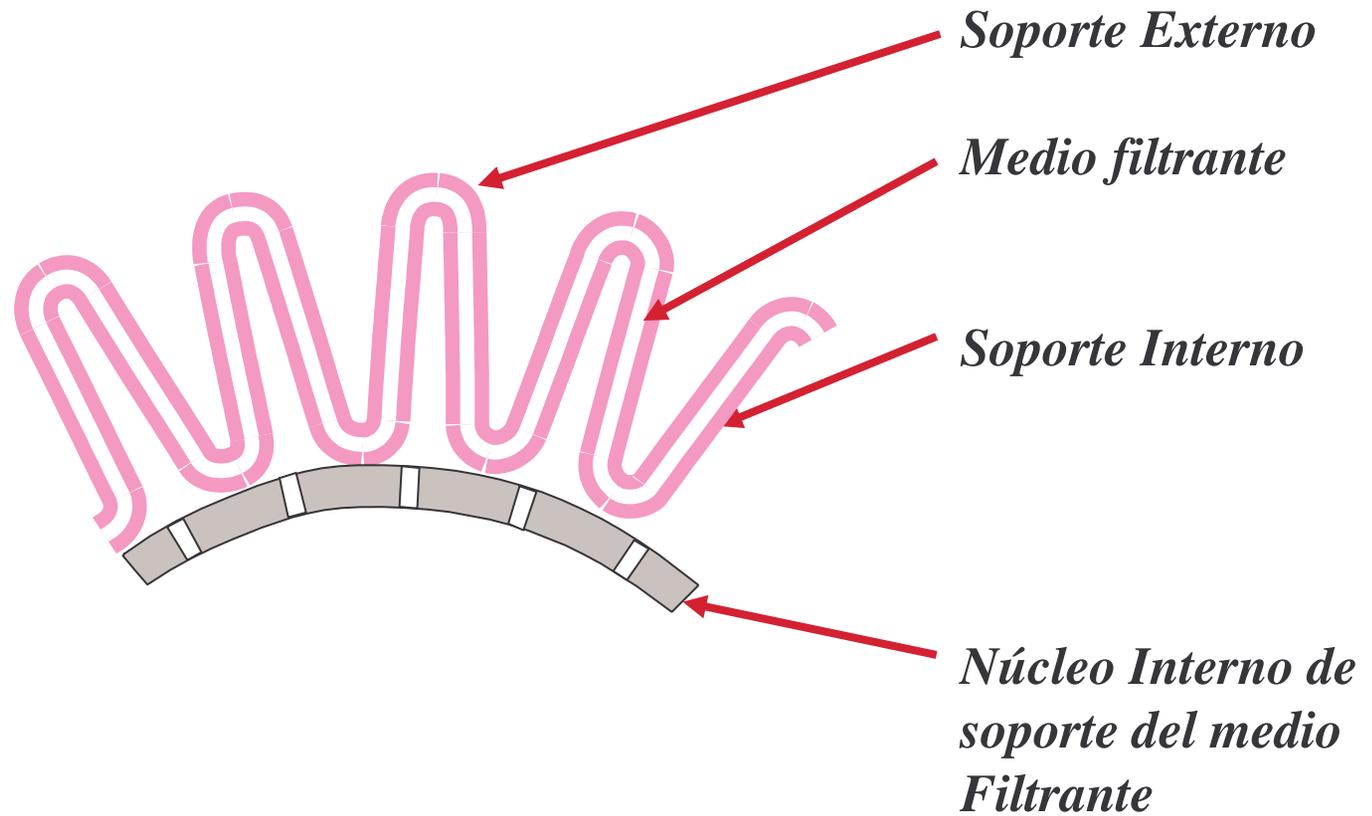
- *Menor confiabilidad*
- *Migración de medio*

- *Poros Fijos*

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

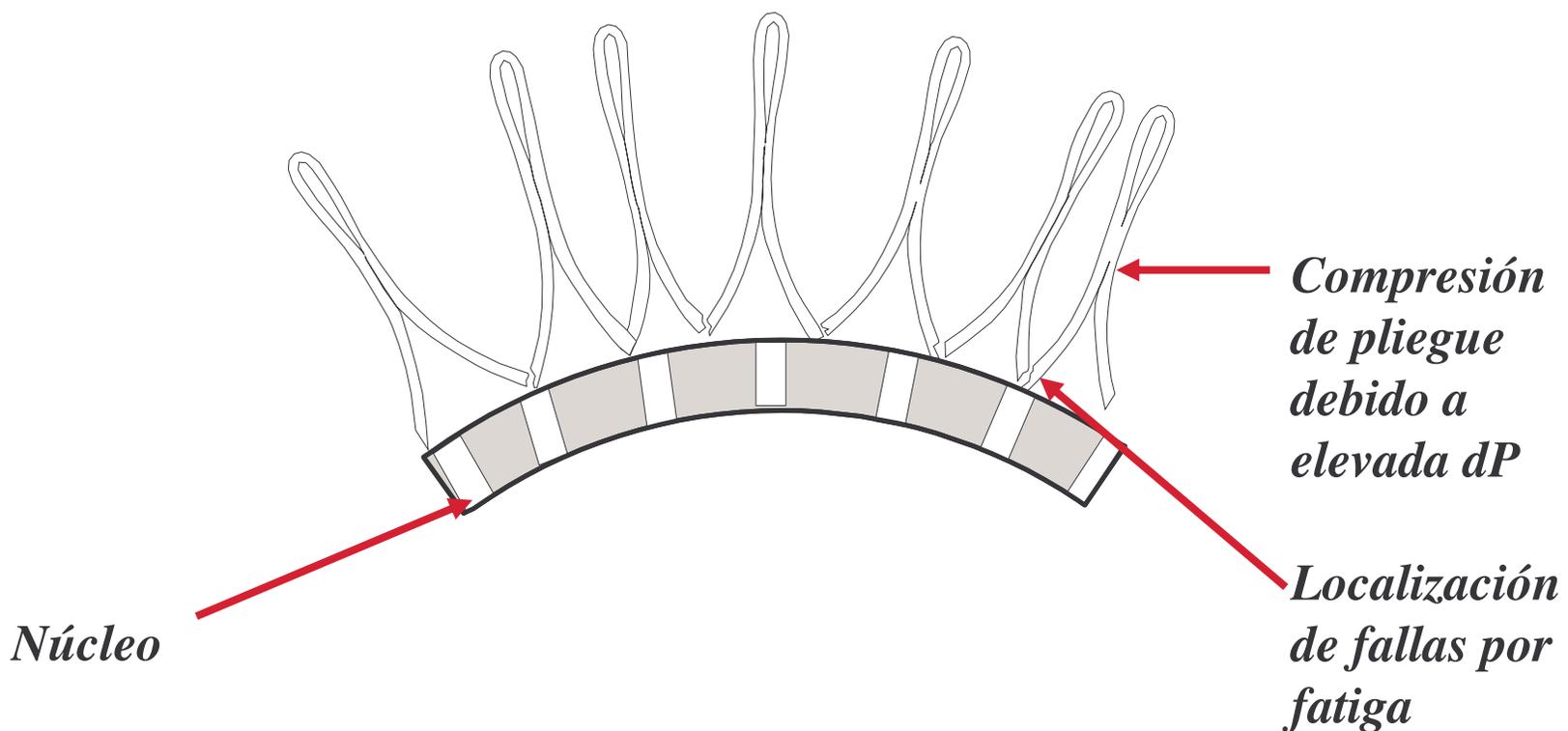


# ELEMENTO FILTRANTE SOPORTADO





## 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  $\mu\text{m}$  en tamaño:*

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

*Ejemplo:*

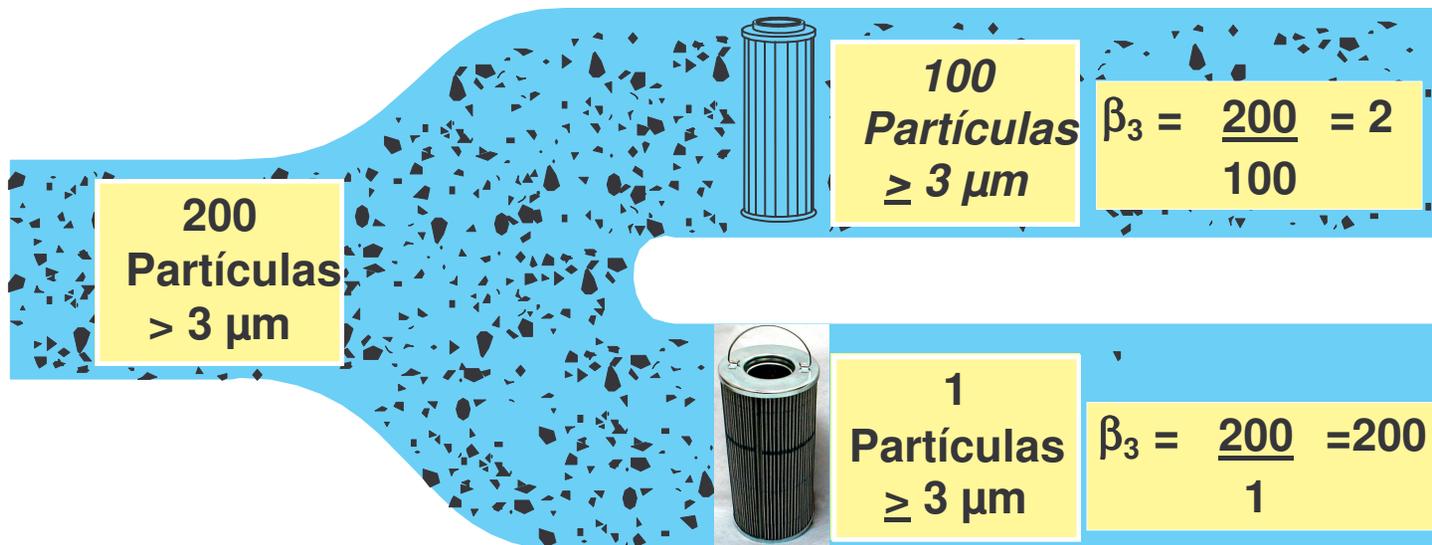
$$b_6 = \frac{200,000 \text{ partículas entrando}}{20,000 \text{ partículas saliendo}} = 10$$

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



## BETA ( $\beta$ ) 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  $\mu\text{m}$



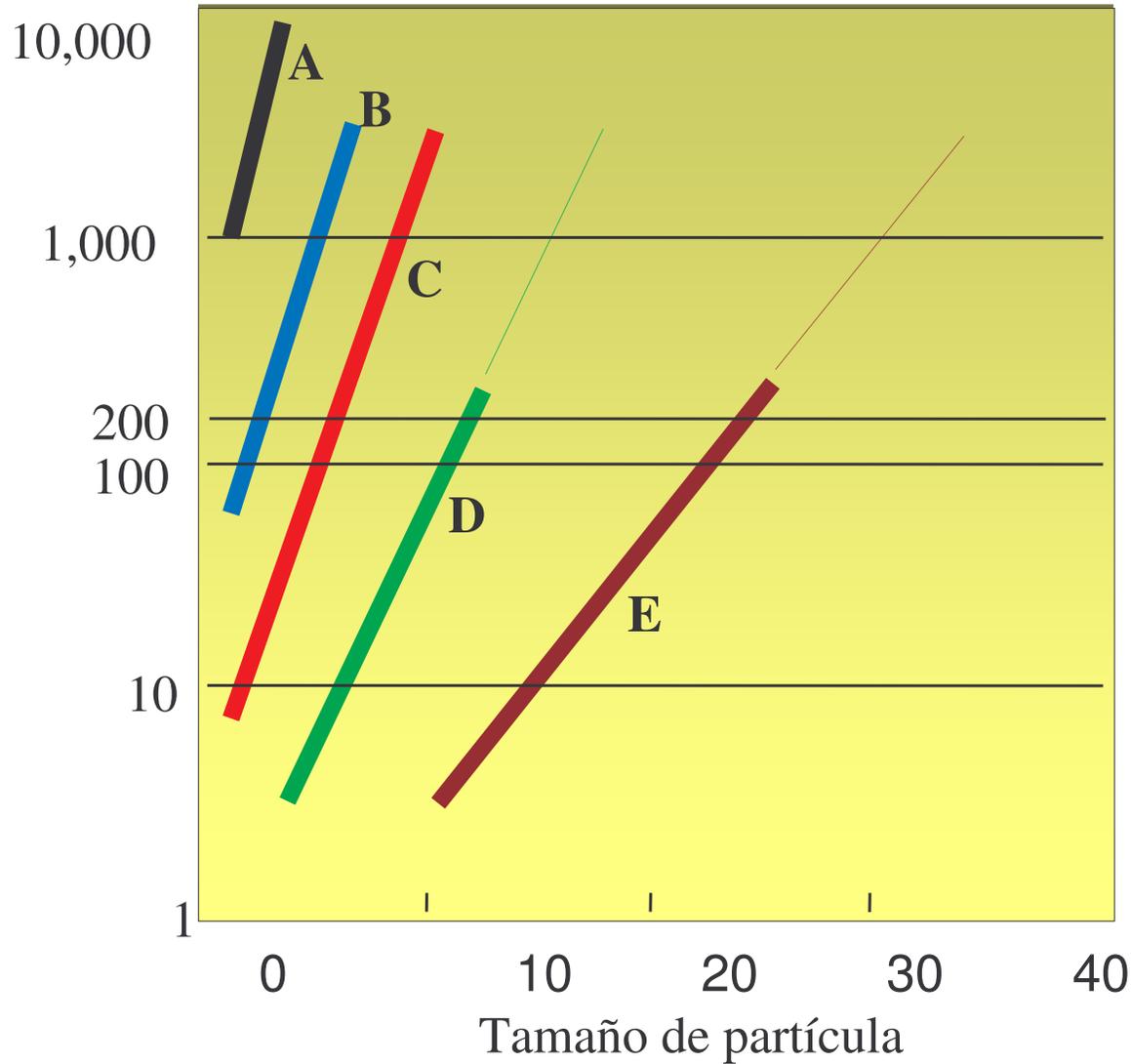
*Beta*

*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



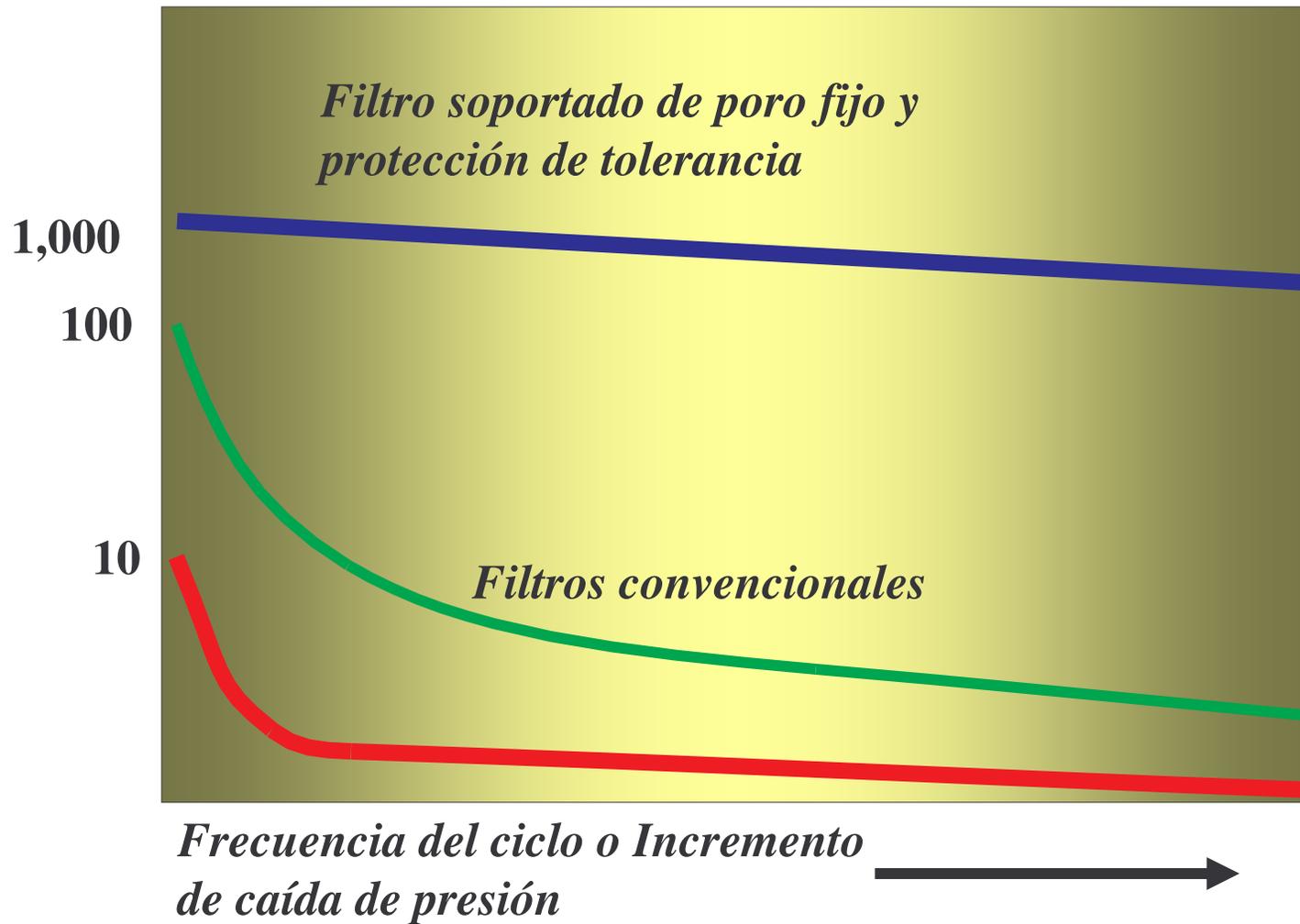
# BETA VS. TAMAÑO DE LA PARTÍCULA



	Medio filtrante	Tamaño mm para B = 200+	B <sub>10++</sub>
Filtros de Control	A	2	>>3000
	B	3	>3000
	C	6	>3000
Filtro de Descont.	D	12	>80
	E	25	>2



## EFFECTO DE FLUJO EN CICLOS/PISTÓN





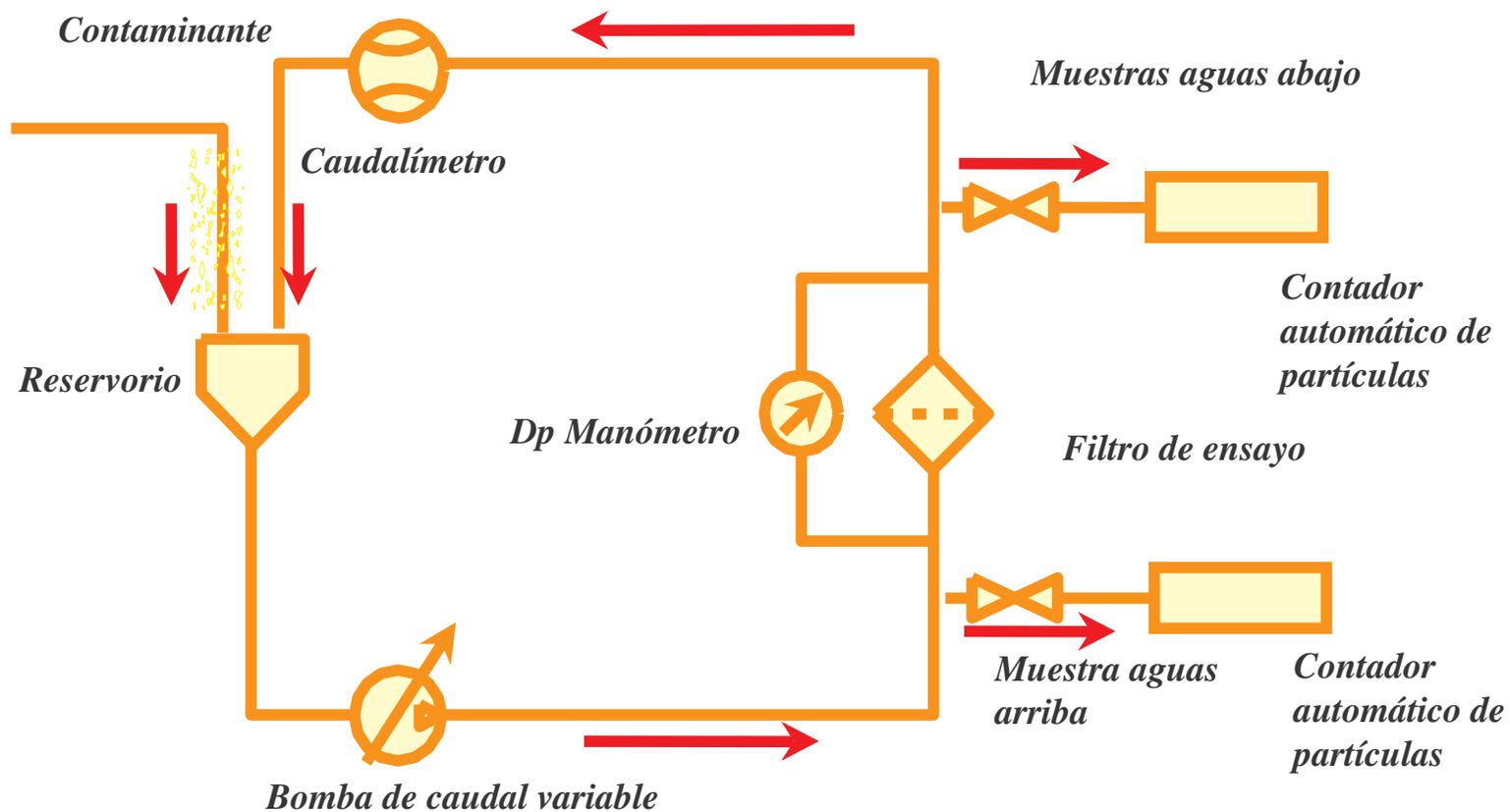
## VIDA EN SERVICIO VS. CAPACIDAD

- *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*



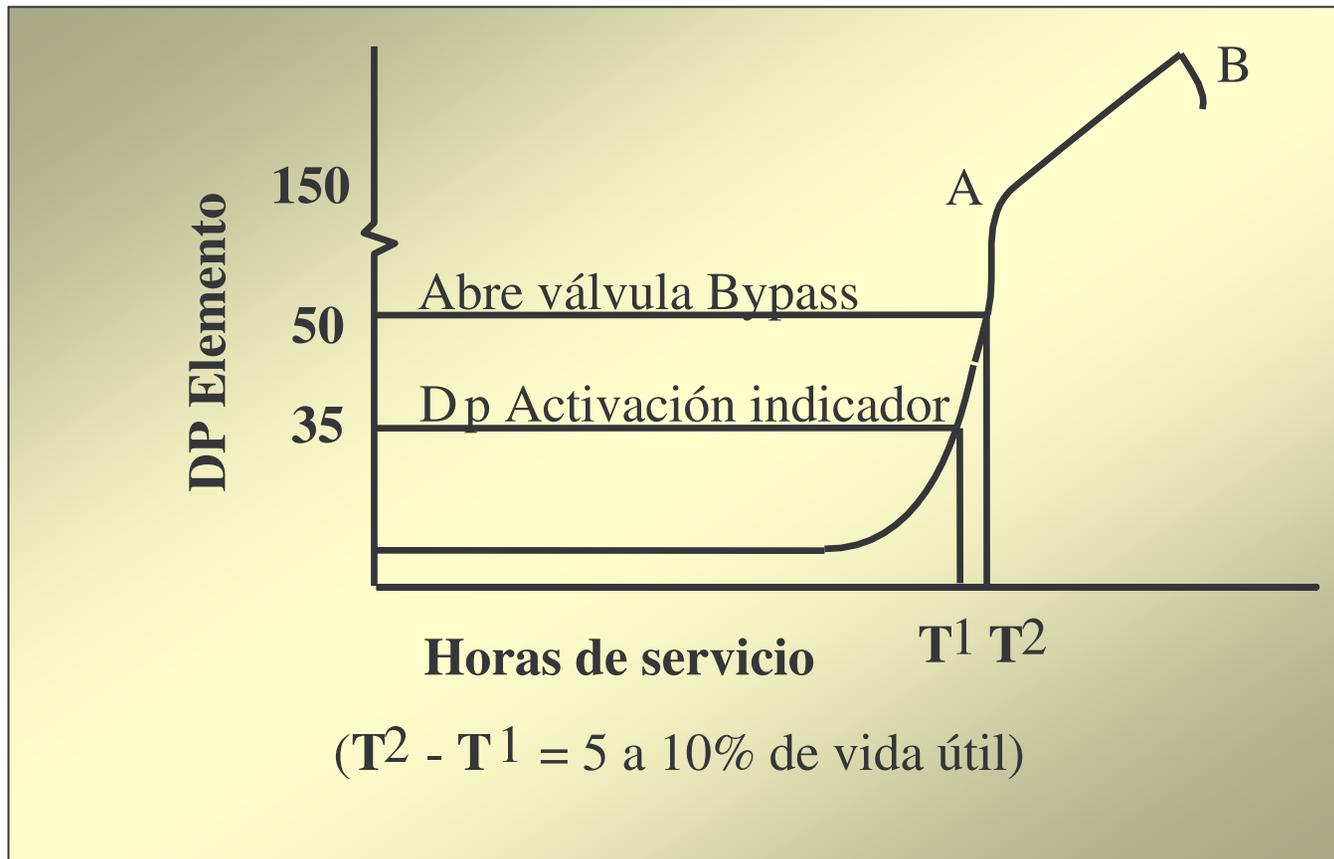
## CAPACIDAD DE PRUEBA MULTI- PASS

### **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*

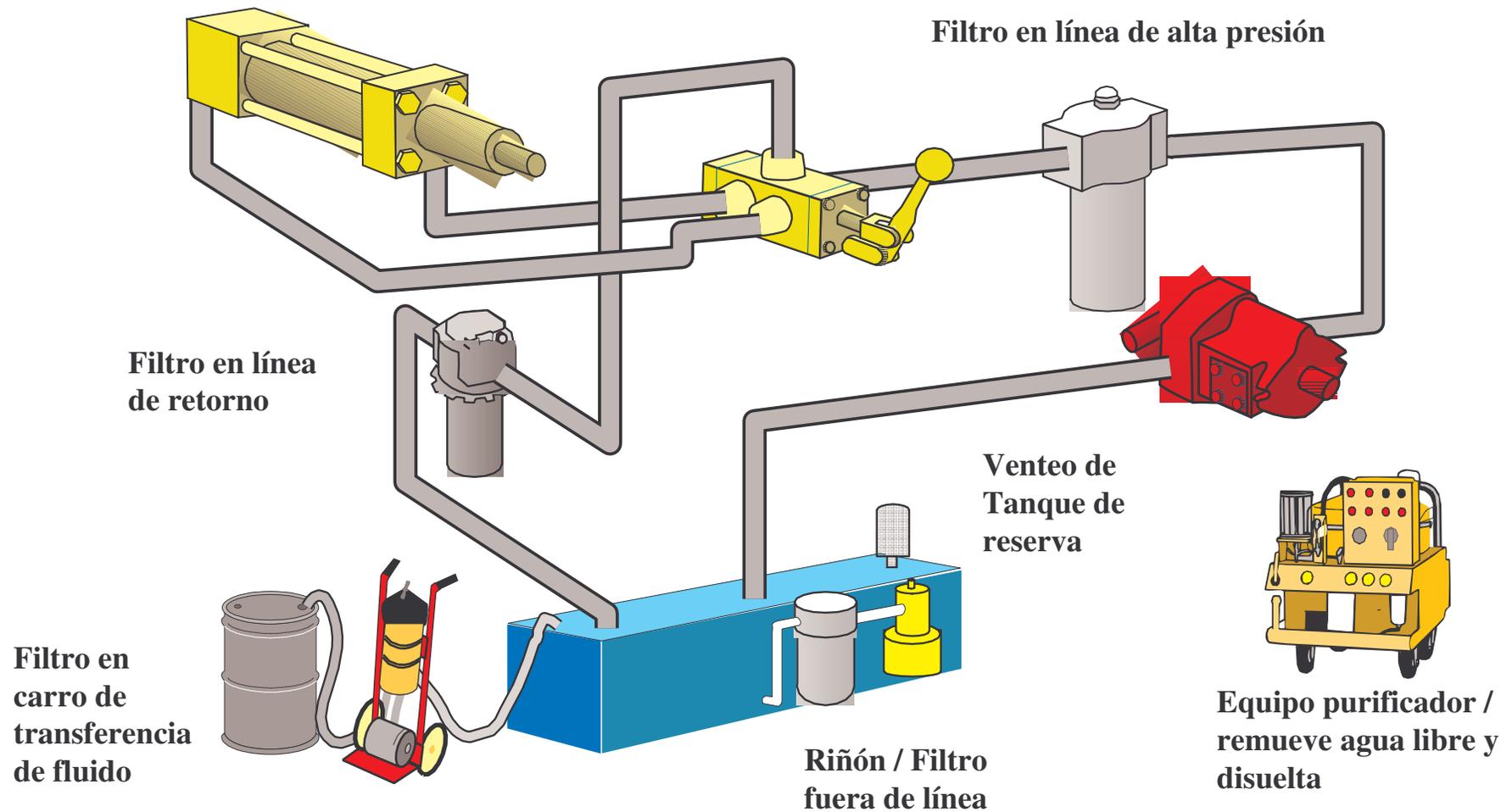


# **AUTOMATISMO INDUSTRIAL**

**UBICACIÓN DE LOS FILTROS**



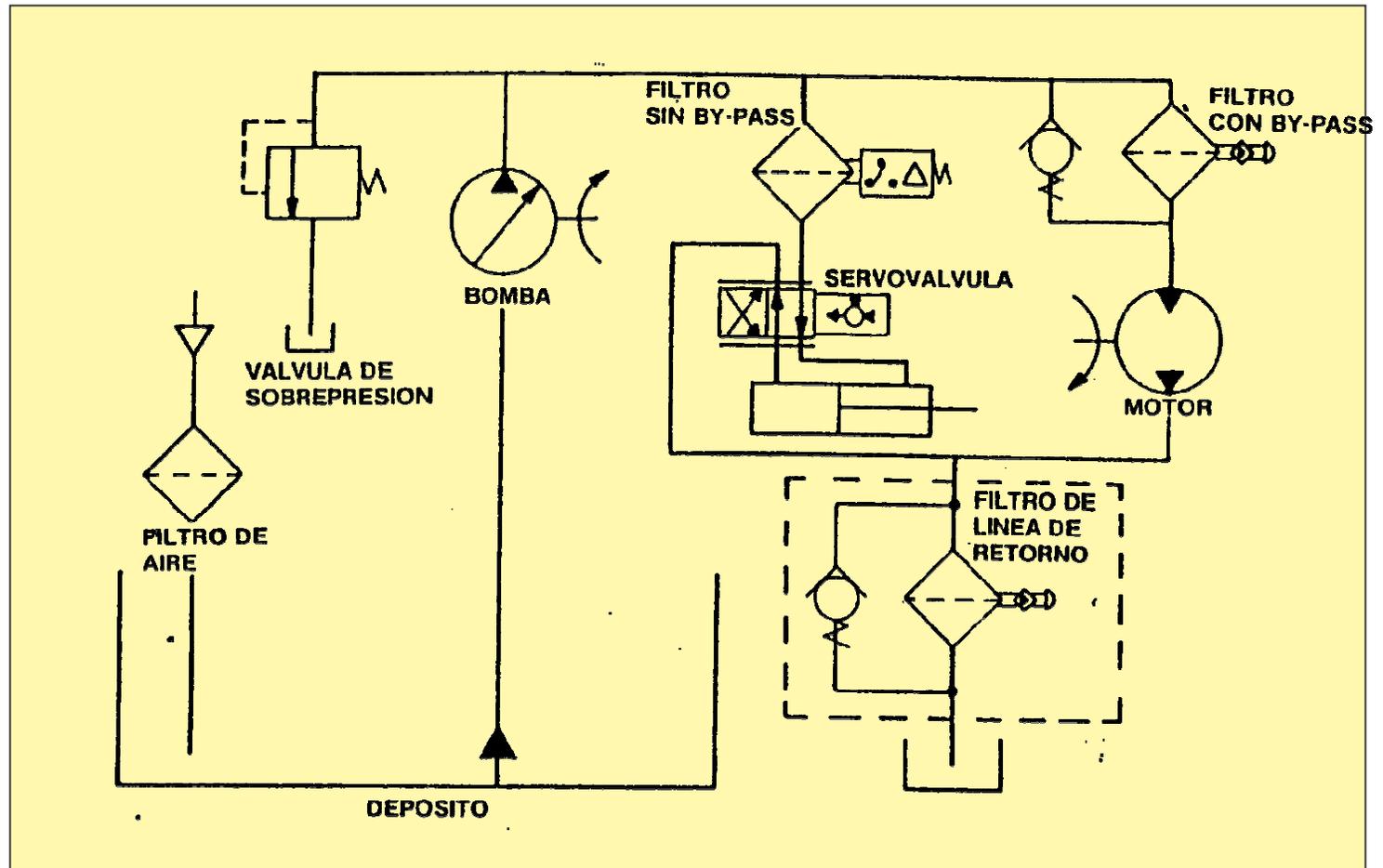
## UBICACIÓN DE LOS FILTROS





## LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

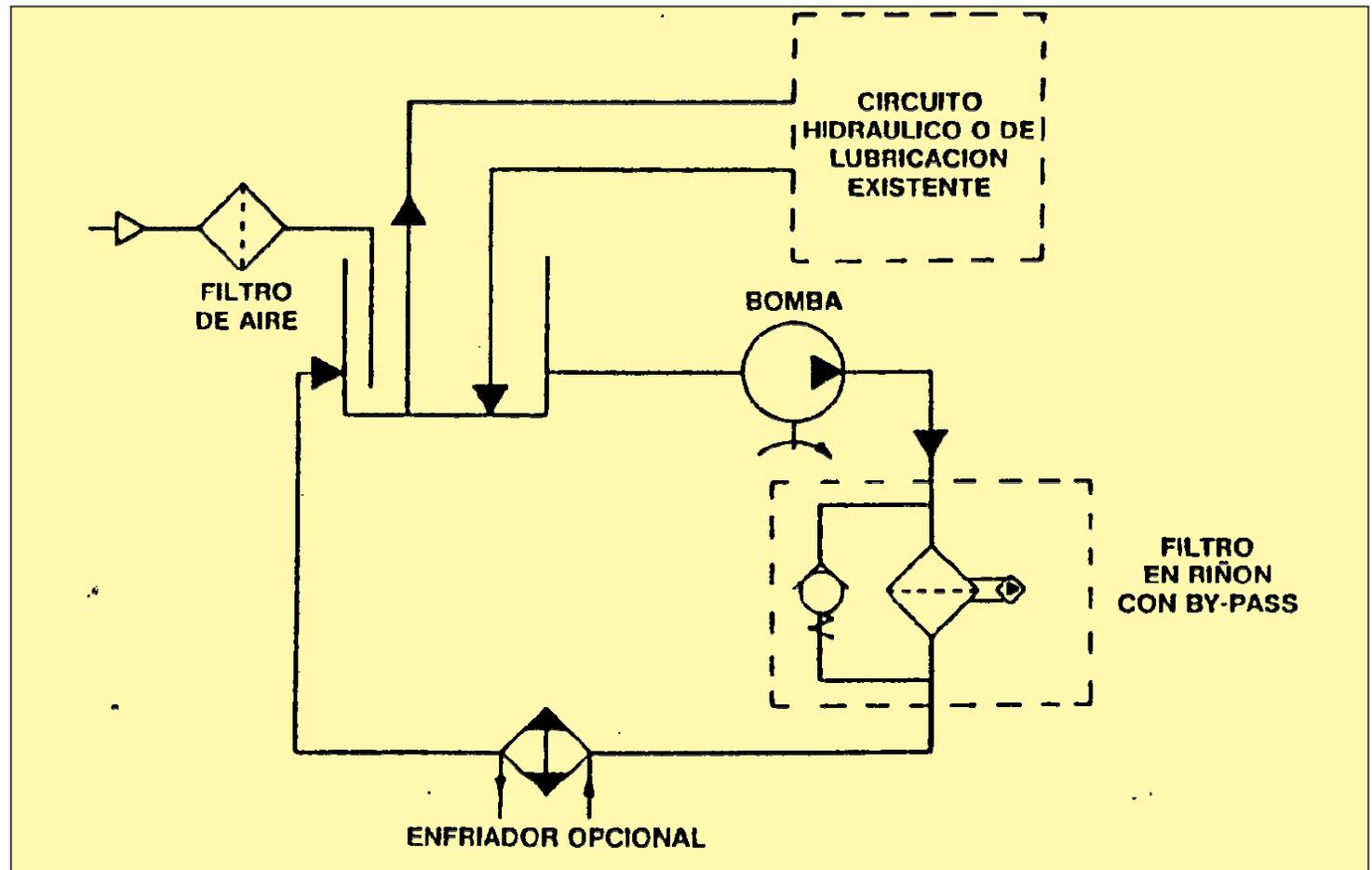
*Filtros de control de los micro sólidos en líneas de presión y retorno*





## LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

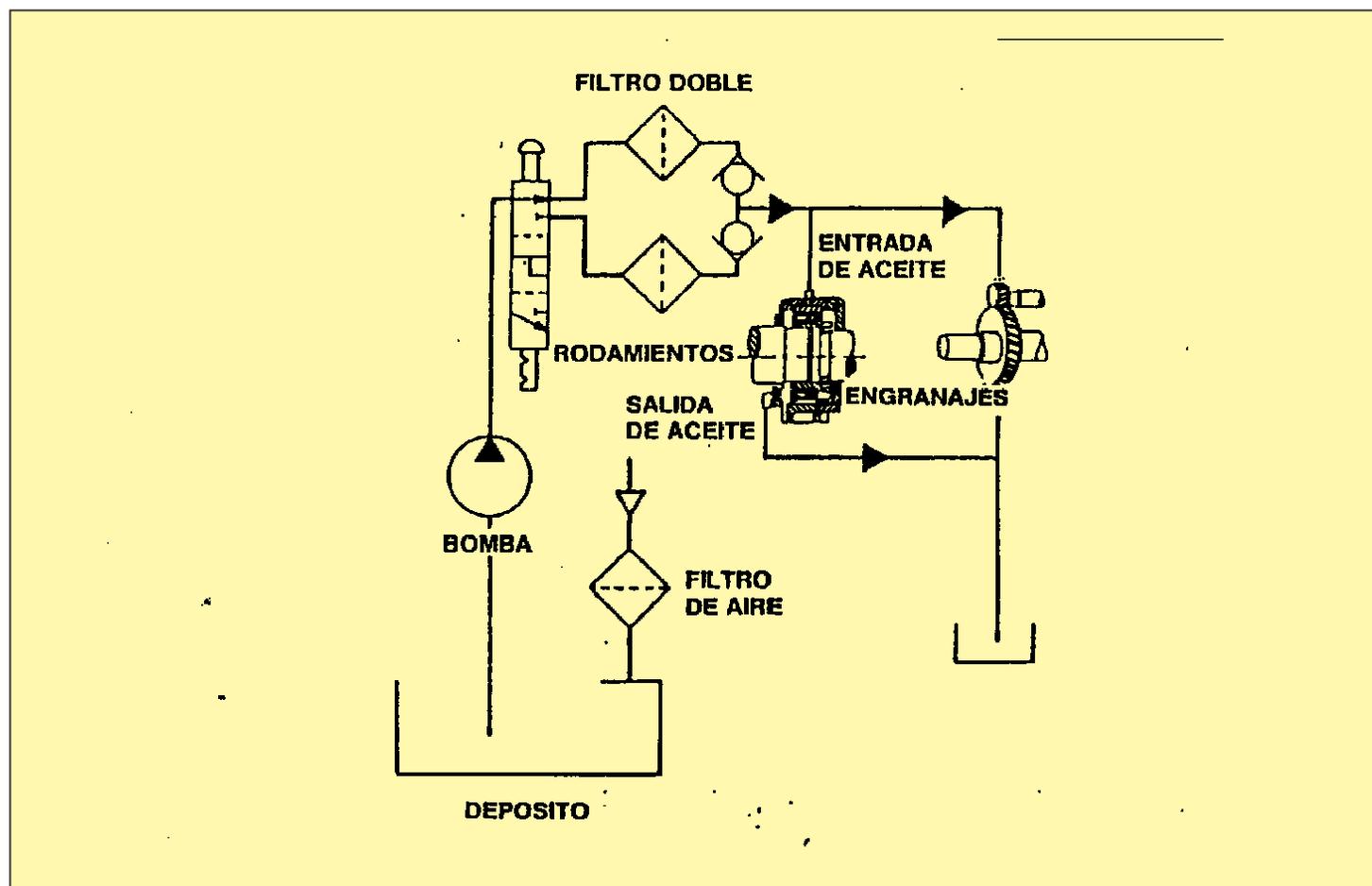
*Circuito  
externo de  
control de  
micro sólidos*





## LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

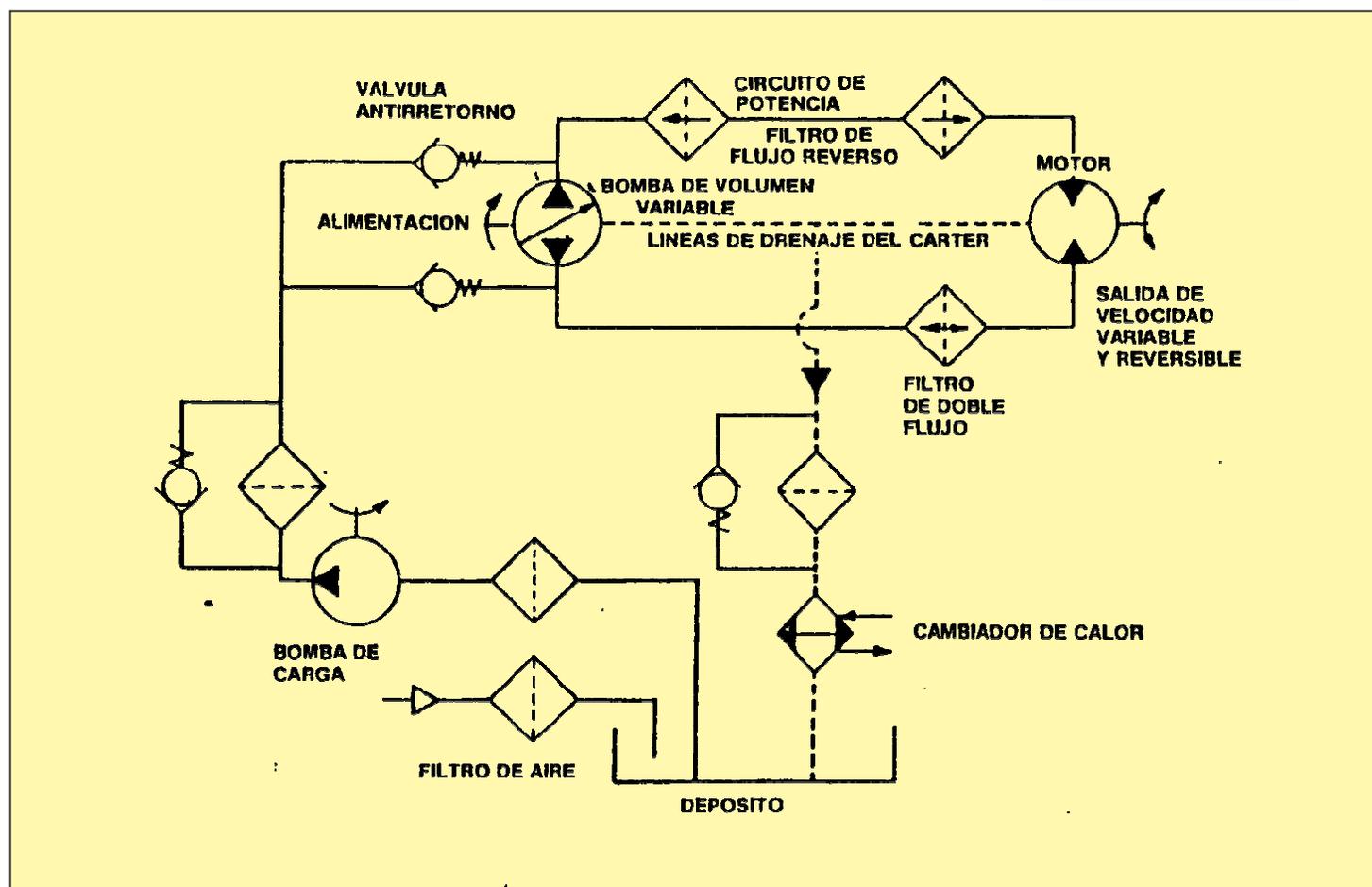
*Filtro de  
Lubricación*





## LOCALIZACIONES TÍPICAS DE FILTROS

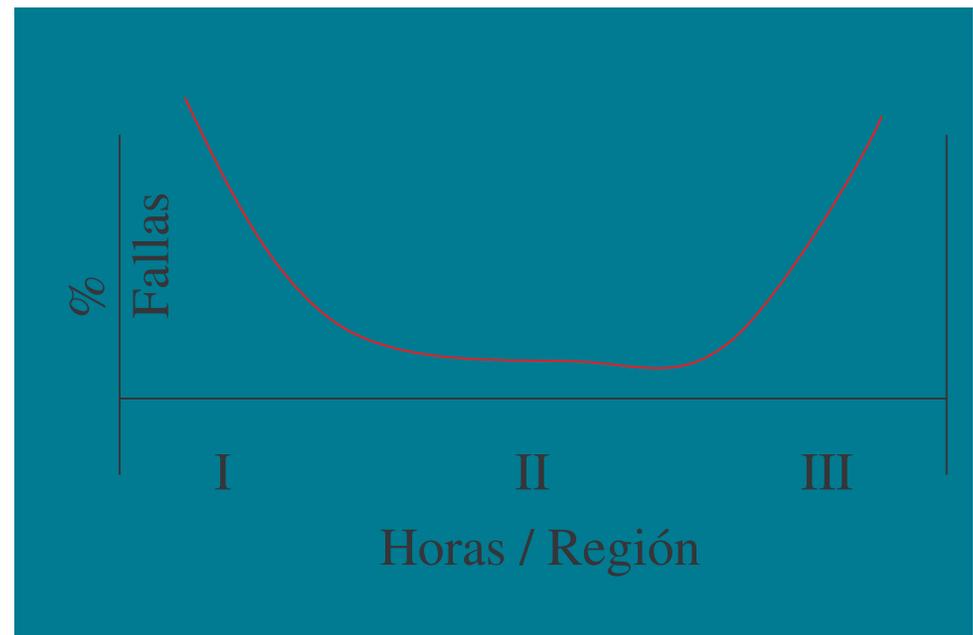
*Filtros de  
transmisiones  
hidrostáticas*





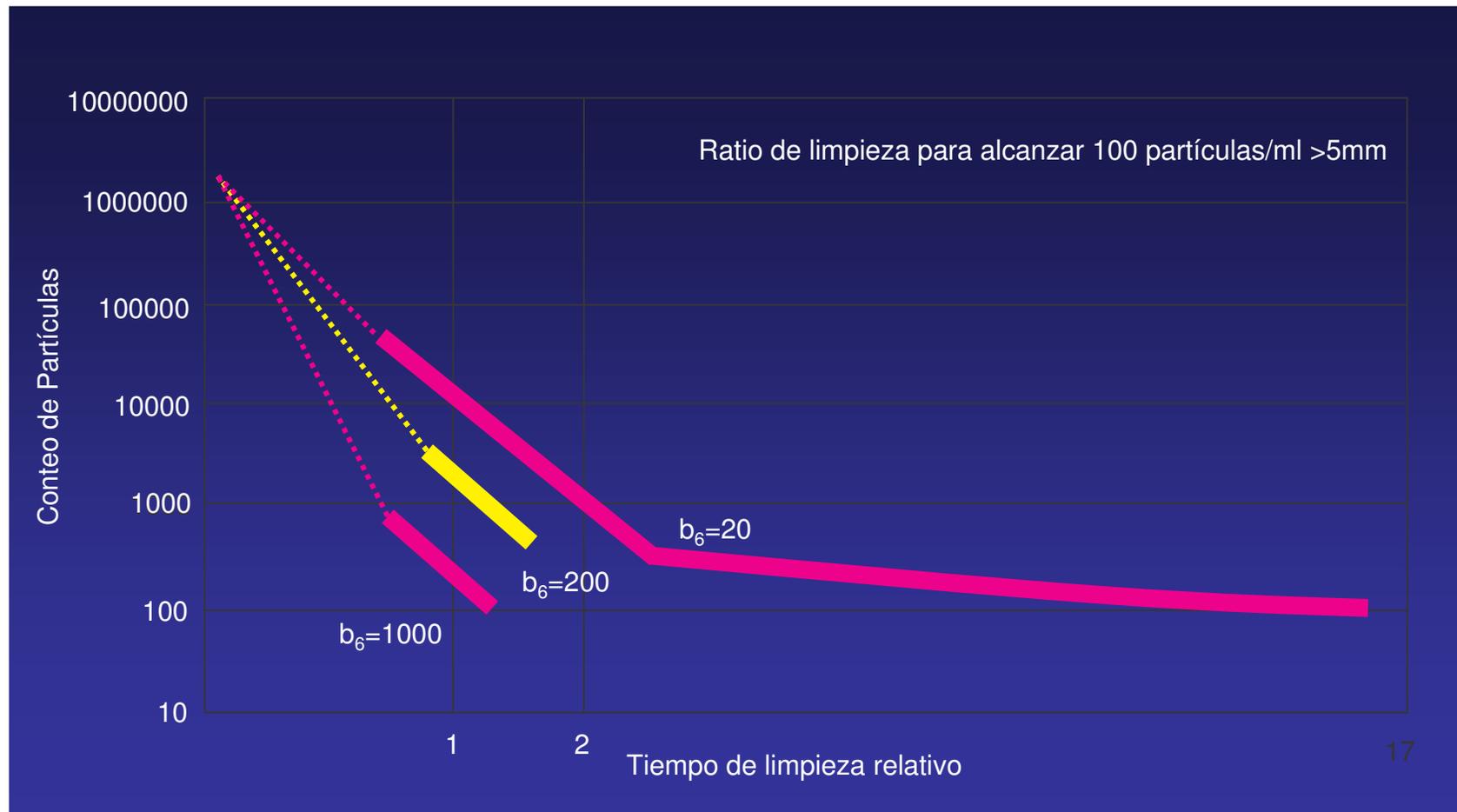
## IMPORTANCIA DEL APROPIADO FLUSHING DEL SISTEMA

- *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 <sub>1</sub> = 200)								
		B (b <sub>3</sub> = 200)							
			C (b <sub>5</sub> = 200)						
				D (b <sub>12</sub> = 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*

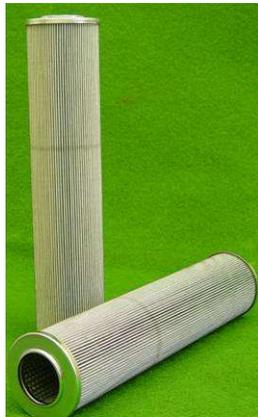


*En este caso no se aplican los rangos de presión. Partir desde la mitad del rango C y efectuar ajustes preestablecidos*



# 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*



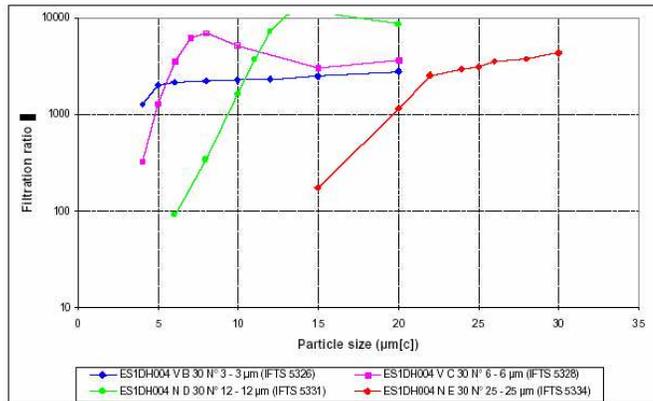
# EFICIENCIA CONTROLADA Y CERTIFICADA SEGÚN ISO 16889

3/39

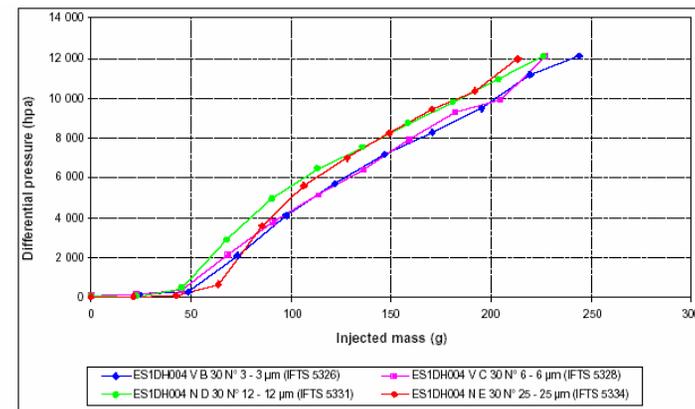


## SUMMARY

Ref. OEFISA	Ref. I.F.T.S.	$\Delta P$ initial element (hPa)	Retention capacity (g) $\Delta P$ final element = 12 000 hPa	Average S ( $\mu\text{m(c)}$ ) for $R_d > 200$
ES1DH004 V B 30 N° 3 - 3 $\mu\text{m}$	5326	110	118	< 4
ES1DH004 V C 30 N° 6 - 6 $\mu\text{m}$	5328	105	116	< 4
ES1DH004 N D 30 N° 12 - 12 $\mu\text{m}$	5331	79	109	7
ES1DH004 N E 30 N° 25 - 25 $\mu\text{m}$	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](http://www.st-1.com.ar)  
Contáctenos: [stinfo@st-1.com.ar](mailto:stinfo@st-1.com.ar)*