

Contaminación del fluidos

La contaminación del fluido define la presencia de partículas y sustancias extrañas en el fluido hidráulico, clasificadas en 3 familias (contaminación por sólidos, agua y aire), que producen diferentes efectos en los componentes hidráulicos.

Este aspecto es uno de los principales problemas de todos los sistemas hidráulicos, ya que es responsable de los fallos y del aumento del tiempo de inactividad de las máquinas, con los consiguientes elevados costes para los usuarios finales.

El objetivo de este documento es proporcionar información general sobre el tipo, las fuentes y los efectos de la contaminación de fluidos en los componentes hidráulicos.

En particular, se centra en la contaminación sólida, presente con mayor frecuencia en los sistemas hidráulicos, con una descripción de los métodos internacionales para su medición y clasificación.

1 CONTAMINACIÓN SÓLIDA

Es responsable del desgaste y los daños de los componentes hidráulicos que causan aproximadamente el 80 % de los fallos de los sistemas hidráulicos.

Los contaminantes sólidos pueden entrar en el sistema hidráulico desde el entorno exterior o pueden generarse durante el funcionamiento del sistema. Un análisis detallado sobre las posibles causas de la contaminación de fluidos se describe en la sección 4

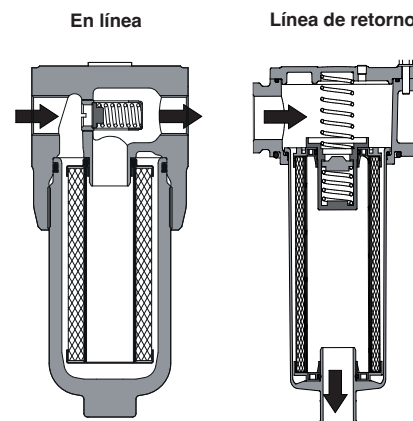
Efectos: la contaminación sólida provoca un desgaste acelerado y fenómenos de adherencia, con el consiguiente aumento de las fugas internas y una regulación imprecisa de los componentes hidráulicos. En el peor de los casos puede provocar la rotura de los componentes.

Un análisis detallado de los efectos de la contaminación sólida en los componentes hidráulicos se describe en la sección 5

Métodos de eliminación: la contaminación sólida no puede eliminarse por completo, pero puede reducirse constantemente a niveles aceptables mediante **filtros hidráulicos (del tipo en línea y en línea de retorno)**.

La contaminación procedente del entorno exterior también puede evitarse utilizando filtros de aire específicos y depósitos presurizados.

En la tabla técnica LF020 se describen ampliamente los tipos de filtros, las clases de contaminación y los circuitos de filtración sugeridos



2 CONTAMINACIÓN POR AGUA

El agua puede estar presente en el fluido hidráulico como agua disuelta (emulsión) o agua libre, dependiendo de su concentración y de la temperatura del fluido.

El agua puede entrar en el sistema hidráulico durante las operaciones de llenado de aceite, a través de la tapa del depósito o por la humedad del aire presente en el ambiente.

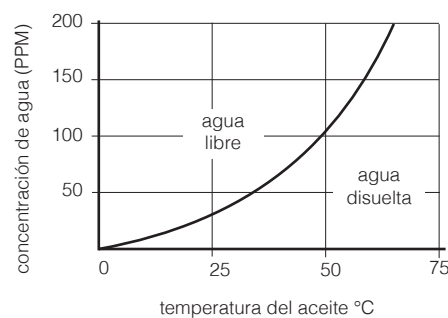
Efectos: la contaminación por agua provoca la oxidación y corrosión de las piezas metálicas, además de la alteración de las propiedades químicas del fluido hidráulico.

Métodos de extracción: los depósitos sellados se utilizan normalmente en caso de instalación del sistema en el exterior para evitar la caída del agua.

Los separadores centrífugos son una solución válida para eliminar la emulsión de agua del fluido hidráulico.

Los filtros de respiración se utilizan normalmente para eliminar la humedad del aire que entra en el depósito de aceite.

Nota: consulte a la oficina técnica de Atos para obtener información detallada sobre la eliminación de la contaminación por agua



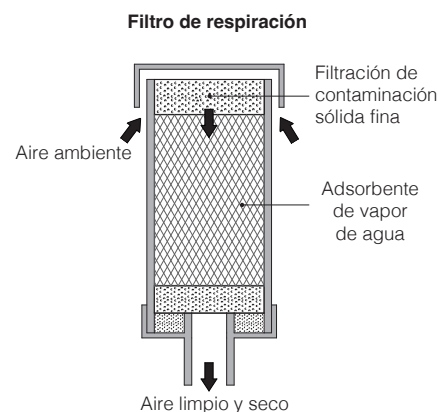
3 CONTAMINACIÓN POR AIRE

El aire siempre está presente en el sistema hidráulico antes de su puesta en marcha, o puede introducirse durante el mantenimiento.

Efectos: la presencia de aire puede provocar daños en las bombas debido a la cavitación, la regulación imprecisa de las válvulas y las vibraciones.

Métodos de purga: los puntos de purga de aire se encuentran normalmente en la parte superior del sistema hidráulico y en los componentes hidráulicos. El procedimiento completo de purga de aire debe realizarse en la puesta en marcha del sistema o después de las operaciones de mantenimiento.

Nota: consulte a la oficina técnica de Atos para obtener información detallada sobre los procedimientos de purga de aire. Consulte también www.atos.com, tabla técnica P002 para la puesta en marcha del sistema. See also www.atos.com, tech. table P002 for system commissioning



4 FUENTES DE CONTAMINACIÓN SÓLIDA

La contaminación sólida tiene dos fuentes principales:

- **Contaminación original del fluido**, causada por fluidos hidráulicos de mala calidad, o fluidos almacenados en depósitos sucios
- **Contaminación progresiva del sistema**, generada durante el funcionamiento del sistema y causada por el desgaste de las piezas metálicas y los tubos de goma

En un análisis más detallado, se pueden identificar las siguientes causas de contaminación:

4.1 Primer llenado de fluido

El aceite procedente de los contenedores de transporte suele tener un nivel de contaminación superior a los estándares aceptables para la mayoría de los sistemas hidráulicos: no se puede dar por hecho que el aceite esté limpio a menos que se haya filtrado cuidadosamente.

4.2 Contaminación incorporada

Se pueden encontrar diferentes contaminantes en los sistemas nuevos y pueden estar directamente relacionados con las operaciones de fabricación y montaje.

4.3 Contaminación autogenerada

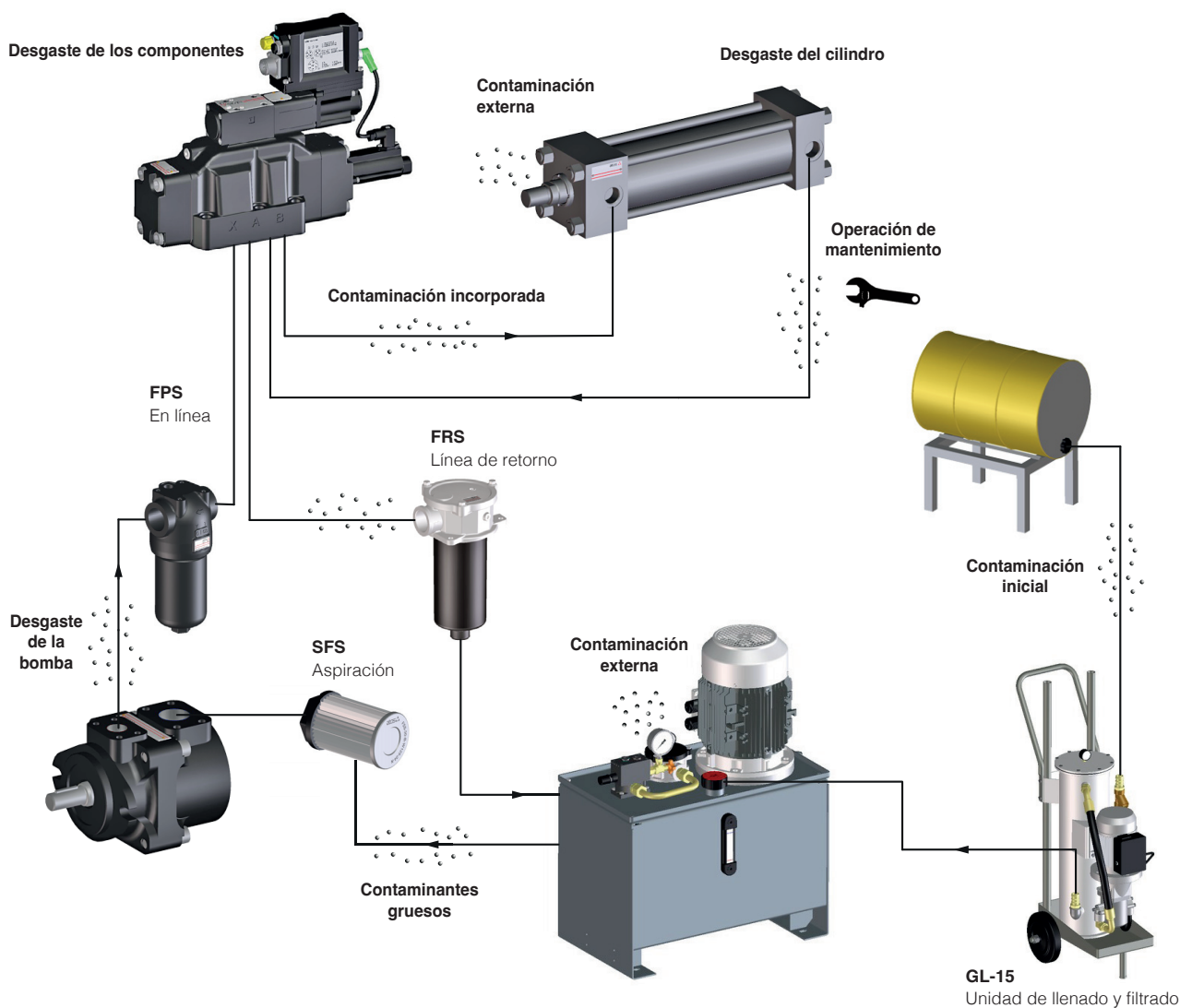
La principal fuente de contaminación procede directamente del funcionamiento normal del sistema hidráulico. La mayoría de los contaminantes se deben al caucho que se desprende de las paredes interiores de las mangueras flexibles, algunos de con las piezas móviles de los componentes hidráulicos, como bombas y válvulas

4.4 Contaminación externa

Los contaminantes procedentes del entorno pueden entrar en el fluido hidráulico a través de los tapones de aireación de los depósitos y de las juntas desgastadas de los vástagos de los cilindros.

4.5 Contaminación inducida por el mantenimiento

Los contaminantes procedentes del entorno pueden entrar en el sistema durante las operaciones de mantenimiento. Una limpieza imprecisa de las tuberías tras la sustitución de los componentes averiados puede ser la fuente de una mayor contaminación.



5 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN SÓLIDA

La presencia de contaminantes sólidos en el fluido hidráulico tiene efectos perjudiciales sobre el correcto funcionamiento y la vida útil de los componentes hidráulicos como bombas, válvulas y actuadores.

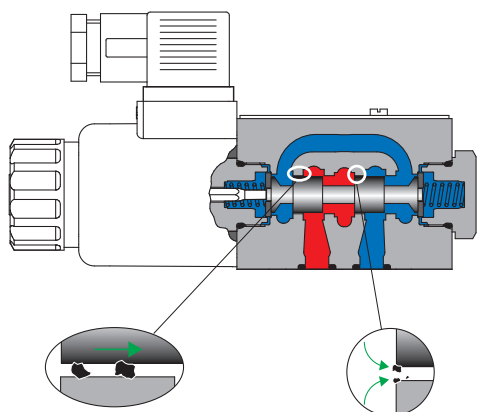
Principalmente provocan efectos de abrasión, erosión y fatiga en la superficie de los componentes con las siguientes consecuencias principales:

- aumento de las fugas internas
- efectos de adherencia
- desgaste permanente de las piezas móviles

Los fallos típicos producidos por la contaminación sólida pueden clasificarse como:

- **Fallos transitorios**, cuando las partículas penetran en los componentes provocando su mal funcionamiento temporal. Los componentes vuelven a funcionar correctamente en cuanto las partículas son eliminadas por el caudal de aceite.
- **Deterioro progresivo** cuando las partículas provocan la microerosión y la abrasión de las superficies de los componentes. Este fallo provoca una degradación progresiva de las prestaciones hasta comprometer definitivamente la funcionalidad del componente.
- **Fallo irreparable**, cuando las partículas penetran en el hueco entre las piezas móviles provocando el pegado repentino. Este fallo puede solucionarse limpiando las partes internas del componente, en el peor de los casos hay que sustituir los componentes enteros

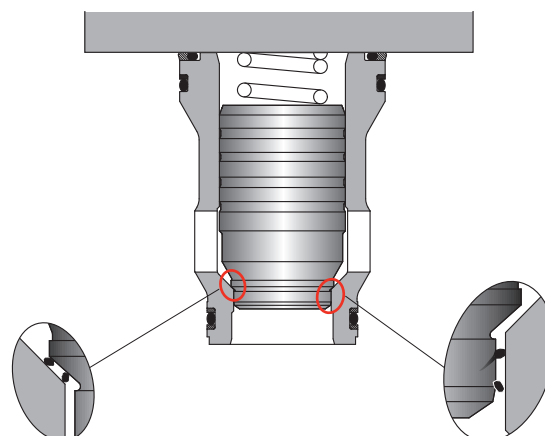
Fallos típicos en los válvulas de carrete



Fallo transitorio:
efectos de adherencia
(imprecisión de control)

Degradación progresiva:
erosión del carrete, fugas

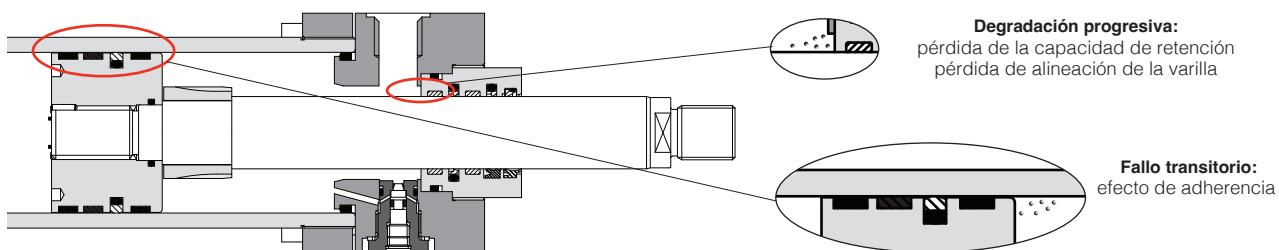
Fallos típicos en los cartuchos de asiento



Fallo transitorio:
fugas

Degradación progresiva:
erosión del asiento

Fallos típicos en los cilindros



Degradación progresiva:
pérdida de la capacidad de retención
pérdida de alineación de la varilla

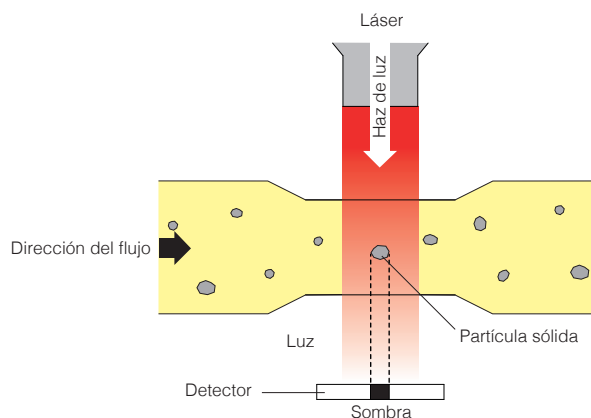
Fallo transitorio:
efecto de adherencia

6 MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SÓLIDA

Uno de los métodos más utilizados por la industria para el análisis de la contaminación sólida es el contador automático de partículas (CPA). Se basa en el principio de un haz de luz proyectado a través de la muestra de fluido a analizar.

Cuando una partícula sólida atraviesa el haz de luz, se produce una caída de energía medible que es proporcional al tamaño de la partícula.

Este método permite medir la cantidad y las dimensiones de las partículas sólidas presentes en el fluido y se utiliza para la clasificación del nivel de contaminación del fluido, como se describe en la sección 5



7 CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN

El nivel de contaminación identifica la cantidad y las dimensiones de las partículas sólidas presentes en el fluido hidráulico. Se clasifica según la norma europea ISO 4406/1999, mientras que para Norteamérica lo hacen las normas SAE AS 4059 o NAS 1638.

7.1 Clasificación ISO 4406

La norma ISO 4406 es la norma europea más utilizada en la hidráulica industrial para medir y clasificar la contaminación de los fluidos.

El nivel de contaminación se mide contando el número de partículas de una dimensión determinada presentes en 100 ml de fluido.

Se expresa mediante una combinación de 3 códigos, es decir: **20 / 18 / 15**, identificando respectivamente la cantidad de contaminantes con dimensión $> 4 \mu\text{m}_{(c)}$, $> 6 \mu\text{m}_{(c)}$ y $> 14 \mu\text{m}_{(c)}$ según la tabla siguiente

CÓDIGO ISO (según ISO 4406)	Cantidad de partículas/100 ml de		a
5	16		32
6	32		64
7	64		130
8	130		250
9	250		500
10	500		1,000
11	1,000		2,000
12	2,000		4,000
13	4,000		8,000
14	8,000		16,000
15	16,000		32,000
16	32,000		64,000
17	64,000		130,000
18	130,000		260,000
19	260,000		500,000
20	500,000		1,000,000
21	1,000,000		2,000,000
22	2,000,000		4,000,000
23	4,000,000		8,000,000
24	8,000,000		16,000,000
25	16,000,000		32,000,000
26	32,000,000		64,000,000
27	64,000,000		130,000,000
28	130,000,000		250,000,000

20 / 18 / 15
 $> 4 \mu\text{m}_{(c)}$ $> 6 \mu\text{m}_{(c)}$ $> 14 \mu\text{m}_{(c)}$

Ejemplo de clasificación de la contaminación

MAYOR FILTRACIÓN

7.2 Clasificación SAE AS 4059

Esta clasificación se adopta normalmente en Norteamérica, sobre todo en la industria aeroespacial. El nivel de contaminación se clasifica mediante una combinación de 3 códigos, a saber **7B/6C/5D** identificar la cantidad de contaminantes de una dimensión determinada presentes en 100 ml de fluido

Código de dimensiones	A	B	C	D	E	F	
Dimensiones de las partículas	$> 4 \mu\text{m}_{(c)}$	$> 6 \mu\text{m}_{(c)}$	$> 14 \mu\text{m}_{(c)}$	$> 21 \mu\text{m}_{(c)}$	$> 38 \mu\text{m}_{(c)}$	$> 70 \mu\text{m}_{(c)}$	
Cantidad de partículas/100 ml							
Clases de contaminación	000	195	76	14	3	1	0
	00	390	152	27	5	1	0
	0	780	304	54	10	2	0
	1	1,560	609	109	20	4	1
	2	3,120	1,220	217	39	7	1
	3	6,250	2,430	432	76	13	2
	4	12,500	4,860	864	152	26	4
	5	25,000	9,730	1,730	306	53	8
	6	50,000	19,500	3,460	612	106	16
	7	100,000	38,900	6,920	1,220	212	32
	8	200,000	77,900	13,900	2,450	424	64
	9	400,000	156,000	27,700	4,900	848	128
	10	800,000	311,000	55,400	9,800	1,700	256
11	1,600,000	623,000	111,000	19,600	3,390	1,020	
12	3,200,000	1,250,000	222,000	39,200	6,780		

MAYOR FILTRACIÓN

7.3 Clasificación NAS 1638

NAS 1638 (National Aerospace Standard) es un tipo de clasificación utilizada en Norteamérica.

Divide la distribución dimensional de las partículas en intervalos (5-15 μm , 15-25 μm , etc.) y asigna un código a cada intervalo, según la siguiente tabla en la que se informa también de una comparación con las normas ISO 4406 y SAE AS 4059.

ISO 4406	SAE AS 4059	NAS 1638
14/12/09	4A/3B/3C	3
15/13/10	5A/4B/4C	4
16/14/11	6A/5B/5C	5
17/15/12	7A/6B/6C	6
18/16/13	8A/7B/7C	7
19/17/14	9A/8B/8C	8
20/18/15	10A/9B/9C	9
21/19/16	11A/10B/10C	10
22/20/17	12A/11B/11C	11
23/21/18	13A/12B/12C	12

MAYOR FILTRACIÓN