

Rexroth

Guia de limpeza do óleo



Introdução

O óleo é o elemento central de um sistema hidráulico. Quando um sistema falha, a contaminação é uma das principais razões. Este Guia de Limpeza de Óleo explica o básico sobre o controle da contaminação e é uma ferramenta de referência e de informação.



-
- 04** Necessidade da filtração hidráulica
-
- 05** Origem dos problemas em sistemas hidráulicos
-
- 06** Análise clássica do óleo
-
- 07** Monitorador de partículas online OPM II
-
- 08** Contaminação - tipos, origens e exemplos
-
- 12** Danos causados pelas partículas de contaminação
-
- 13** Objetivo
-
- 14** Malha do filtro - Tamanhos de partículas
-
- 16** Pureza de óleo alcançável conforme ISO 4406
-
- 17** Visão geral das principais características dos elementos filtrantes
-
- 18** Tolerância de ajustes (folgas) de componentes hidráulicos
-
- 19** Pureza de óleo recomendada
-
- 20** Códigos de pureza de óleo conforme ISO 4406
-
- 32** Manutenção de fluidos
-
- 33** Exemplos de produtos
-
- 42** Notas
-

Necessidade da filtração hidráulica



A inspeção da contaminação em sistemas hidráulicos é um elemento importante no dimensionamento de um sistema de filtração.

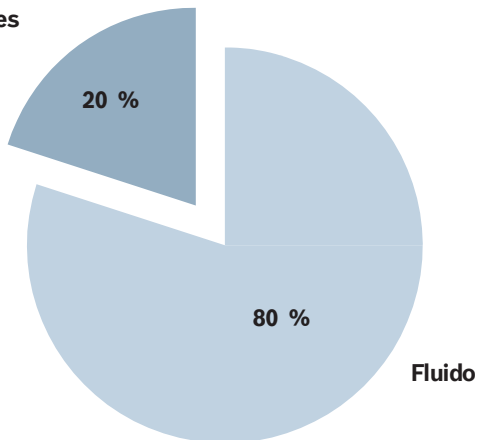


Origem de problemas em sistemas hidráulicos

Mais de 3/4 de todos os problemas podem ser atribuídos à contaminação do óleo. O controle da pureza do óleo é, portanto, o fator mais importante para evitar paradas de funcionamento.

Através do monitoramento dos componentes só é possível detectar 20% de todas as interrupções de funcionamento não planejadas.

Componentes

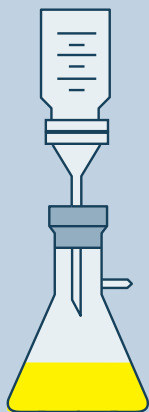


Análise do óleo

Tipos de inspeção de limpeza do óleo

- ▶ Exame externo de amostras no laboratório
- ▶ Contagem microscópica de partículas conforme ISO 4407
- ▶ Teste gravimétrico conforme ISO 4405
- ▶ Determinação microscópica do tipo de contaminação

Aparelho de filtração a vácuo:

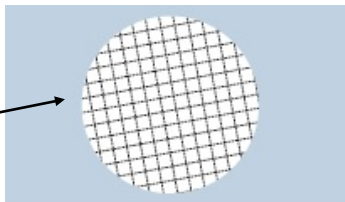


◀ Amostra de óleo

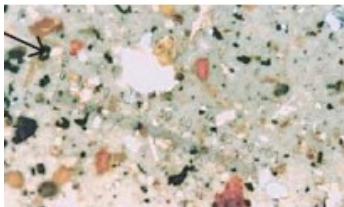
◀ Membrana de teste

◀ Vácuo

◀ Filtrado



▲ Membrana de teste 1,2 μm



▲ Imagem microscópica 100 x

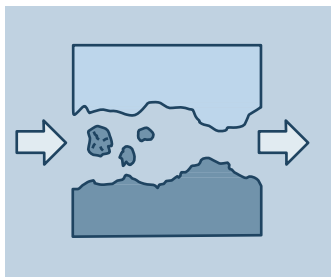
Monitorador de partículas online OPM II para medição da classe de pureza do óleo

O OPM II é um monitor de partículas online óptico que funciona segundo o princípio da obstrução de luz. O nível de contaminação, assim como a tendência da pureza de fluídos podem ser monitorados e documentados com precisão. A mensagem de alarme, caso sejam ultrapassados os valores limites, possibilita uma rápida reação.

- ▶ Indicação de classe de pureza conforme ISO4406:99 ou SAE AS4059 E
- ▶ Adequado para óleos minerais e biológicos; diesel
- ▶ Facilmente configurável através do visor; dispõe de uma memória de dados integrada
- ▶ Manuseio extremamente simples e menu em português



Tipos de contaminação



1. Partículas sólidas (Abrasão)

Consequências:

- ▶ Dano inicial por “abrasão”
- ▶ Influência nas propriedades de comando e de regulação
- ▶ Desgaste de componentes
- ▶ Falha de componentes
- ▶ Redução da disponibilidade da máquina

Ações: Filtração

2. Contaminantes líquidos (Geralmente água, livre e emulsionada)

Consequências:

- ▶ Corrosão, desgaste
- ▶ Alteração da viscosidade
- ▶ Reação química com o fluido
- ▶ Influência nas propriedades lubrificantes
- ▶ Envelhecimento (oxidação) do óleo
- ▶ Piora da capacidade de filtração
- ▶ Redução dos intervalos de manutenção do filtro
- ▶ Redução da disponibilidade da máquina

Ações:

- ▶ Filtro de ventilação com sílica gel
- ▶ Elementos filtrantes absorvedores de água (livre)
- ▶ Desidratador a vácuo (água emulsionada)

3. Contaminantes gasosos (Ar)

Consequências:

- ▶ Formação de espuma no óleo
- ▶ Resposta imprecisa das válvulas
- ▶ Perda de energia
- ▶ Danificação de bombas
- ▶ Reação química com o fluido
- ▶ Oxidação
- ▶ Redução da disponibilidade da máquina

Ações:

- ▶ Aliviar o ar do sistema
- ▶ Vedação de bombas
- ▶ Usar um desidratador a vácuo

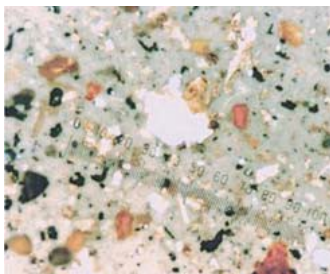
Fontes de contaminação

1. Contaminação integrada

- ▶ Areia de fundição, pó.
- ▶ Resíduos de processos de fabricação:
 - Resíduos de solda,
 - Aparas de metal
 - Material de jateamento, partículas de tinta ou verniz
 - Produtos conservantes
- ▶ Resíduos de agentes de limpeza (Fibras têxteis)

2. Contaminação externa

- ▶ Contaminação proveniente do ar ambiente, introduzida via:
 - Hastes de pistão
 - Vedações tipo labirinto
 - Ventilação
- ▶ **Contaminação contida no óleo adicionado**



3. Contaminação produzida

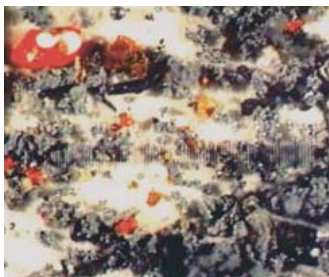
- ▶ Desgaste metálico decorrente de abrasão e erosão
- ▶ Abrasão de vedações
- ▶ Corrosão química
- ▶ Produtos de envelhecimento do óleo
- ▶ Resíduos de oxidação
- ▶ Substâncias não solúveis devido à mistura de óleos

Exemplos de resíduos de contaminação

Contaminação integrada

Exemplo: resíduos de um filtro de linha de retorno (sistemas de hidráulica mobil)

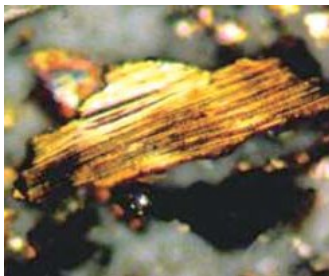
- ▶ Resíduos de solda
- ▶ Aparas de metal
- ▶ Resíduos de tintas/vernizes
- ▶ Resina



Contaminação produzida (desgaste)

Resíduos retidos no filtro de alta pressão do sistema hidráulico de uma prensa de forja de aço inoxidável

- ▶ Grandes partículas de latão e de abrasão do aço
- ▶ Forte desgaste por deslizamento (estrias e vestígios de abrasão)



Danos causados pela contaminação

Abrasão de materiais (erosão)

Causada pela alta velocidade de fluxo ao longo das superfícies, combinada com uma grande quantidade de partículas de contaminantes contida no fluido.



Formação de sulcos (abrasão)

Causada por partículas duras, abrasivas, de tamanho parecido com a largura da ranhura do componente.

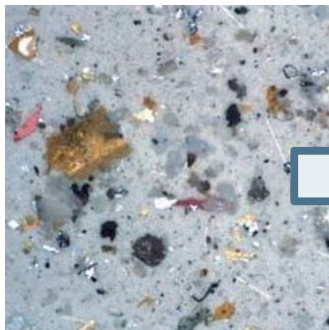
Consequência: perda de potência por vazamento de óleo.



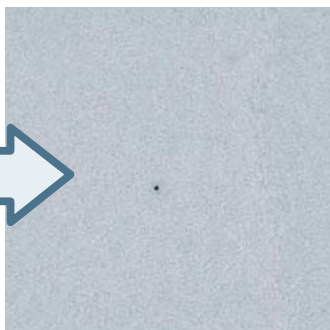
Objetivo

Prevenir com a tecnologia de filtração Rexroth.

- ▶ Pureza ideal do óleo
- ▶ Proteção confiável dos componentes
- ▶ Importante contribuição à disponibilidade de máquina
- ▶ Alto grau de satisfação do cliente



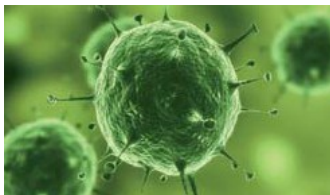
- ▶ Alto grau de contaminação do óleo
- ▶ ISO 22/20/18



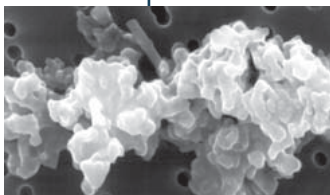
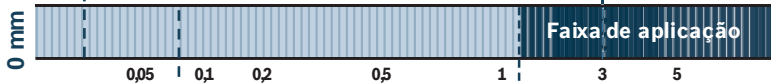
- ▶ Pureza alcançável do óleo com elementos filtrantes ultrafinos
- ▶ ISO 12/10/8

Malha do filtro – Tamanho das partículas

▼ Vírus 0,003 – 0,05 μm



▼ Bactérias 0,3 – 20 μm



▲ Fumaça de tabaco 0,01 – 1 μm



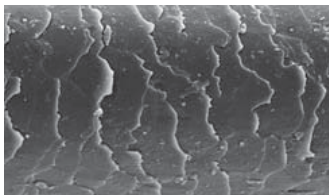
▲ Células de sangue 0,5 – 1,5 μm

Malha do filtro – Tamanho das partículas

▼ Pólem ~ 20 μm



▼ Cabelo humano ~ 70 μm



▲ Limite de visão = 40 μm

O tamanho das partículas é indicado com a unidade "micrometro". Um micrometro é a milionésima parte de um metro. O limite da capacidade de visão do olho humano é de aproximadamente 40 μm . Portanto, as partículas mais danosas existentes nos sistemas hidráulicos não podem ser reconhecidas a olho nu.

Pureza alcançável do óleo conforme ISO 4406

Material filtrante Pure Power (PWR)

PWR20

19/16/12 - 22/17/14

PWR10

17/14/10 - 21/16/13

PWR6

15/12/10 - 19/14/11

PWR3

13/10/8 - 17/13/10

PWR1

10/6/4 - 14/8/6

Visão Geral das Principais Características dos Elementos Filtrantes

 β_x α Δp

Malha do filtro

- ▶ Nominal (especific. do fabricante)
- ▶ "Absoluta" conf. ISO 16889
- ▶ Malha de tela metálica

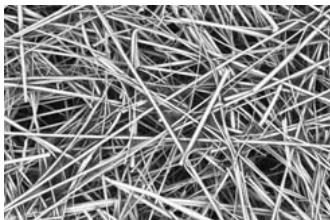
Retenção de partículas

- ▶ Conforme ISO 16889
- ▶ Pó de teste ISOMTD

Pressão diferencial

- ▶ Conforme ISO 3968
- ▶ Em relação a 30 cSt/25 μm

As três propriedades são mutuamente interdependentes. Os elementos filtrantes Rexroth caracterizam-se por um comportamento otimizado destas propriedades. Isto significa: ação extremamente eficaz do filtro, com máxima absorção de contaminação e um mínimo de Δp .



Tolerância de ajuste (folga) de componentes hidráulicos

Bomba de engrenagem	0,5 - 5 μm
Bomba de engrenagem	0,5 - 5 μm
Placa lateral	
Caixa de engrenagem	
Bomba de palhetas	0,5 - 5 μm
Ponta da palheta	5 - 13 μm
Superfícies da palheta	
Bomba de pistões	5 - 40 μm
Abertura para o pistão	1,5 - 10 μm
Cilindro da placa de válvula	
Servoválvula	18 - 63 μm
Placa de impacto do pistão de comando	2,5 - 8 μm
Válvula reguladora	2,5 - 23 μm
Válvula cônica do pistão de comando	13 - 40 μm

► Extraído de
CETOP RP 92H

Exames mostram que até mesmo partículas de $1/3$ x a dimensão da folga já podem levar ao bloqueio da folga. A malha do filtro do sistema deve, portanto, ser calculada para que a malha absoluta de filtração seja menor ou igual a $1/3$ do valor da menor folga no sistema.

Malha do filtro $\leq 1/3$ x a menor folga

Pureza de óleo recomendada

Aplicação	Pureza de óleo recomendada conf. ISO 4406	Malha de material filtrante / filtro recomendada
Sistemas com sensibilidade extremamente alta à contaminação e altíssima necessidade de disponibilidade.	≤ 16/12/9	PWR1 / 1 µm
Sistemas com alta sensibilidade à contaminação e alta necessidade de disponibilidade, por exemplo, na tecnologia de servo válvulas.	≤ 18/13/10	PWR3 / 3 µm
Sistemas com válvulas proporcionais e pressões > 160 bar.	≤ 19/14/11	PWR6 / 6 µm
Bombas de palhetas, bombas de pistões, motores de pistões.	≤ 18/16/13	PWR10 / 10 µm
Moderna hidráulica industrial, válvulas direcionais, válvulas de pressão.	≤ 20/16/13	PWR10 / 10 µm
Hidráulica industrial com grande tolerância e baixa sensibilidade à contaminação.	≤ 21/17/14	PWR20 / 20 µm

Códigos de pureza de óleo conforme ISO 4406 e exemplos de contaminação

Quant. de partículas (por 100 ml)		Código ISO
de	a	
1.000.000	2.000.000	21
500.000	1.000.000	20
250.000	500.000	19
130.000	250.000	18
64.000	130.000	17
32.000	64.000	16
16.000	32.000	15
8.000	16.000	14
4.000	8.000	13
2.000	4.000	12
1.000	2.000	11
500	1.000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5

Classificação de todas as partículas

≥ 4 µm(c), ≥ 6 µm(c) e
≥ 14 µm(c)

Exemplo conf. ISO 18/16/11:

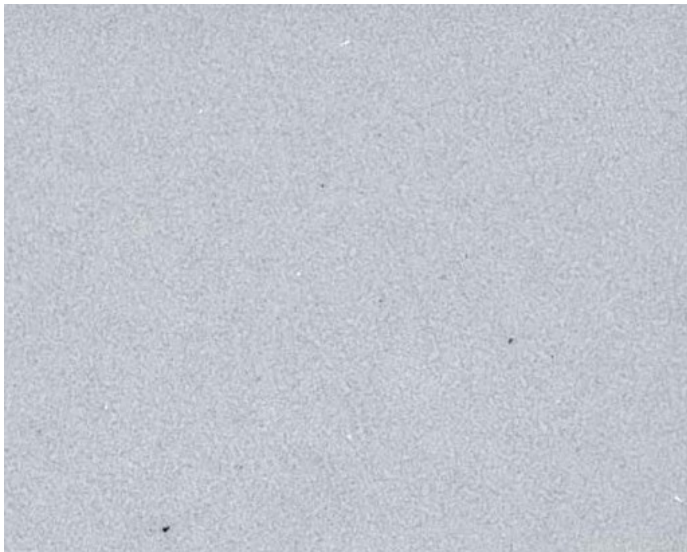
190.000 partículas ≥ 4 µm(c)/100 ml
58.600 partículas ≥ 6 µm(c)/100 ml
1.525 partículas ≥ 14 µm(c)/100 ml

A norma ISO 4406 conta as partículas cumulativamente, ou seja, todas as partículas maiores ou iguais a 4 µm. A norma NAS 1638, por sua vez, conta as partículas em diferentes classes de tamanho, ou seja, todas as partículas na faixa de 5 – 15 µm, 15 – 25 µm, etc.

A NAS1638 tornou-se **INVÁLIDA** a partir de 30/MAIO/2001! A norma substitutiva é a SAE AS4059, que é uma norma nacional destinada apenas à indústria de aviação americana. Portanto não é mais permitido especificar as classes de contaminação de acordo com a NAS. O padrão atual é usar a classificação ISO 4406.

ISO 10/7/5

(NAS 1638: classe 1)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
500 a 1.000	64 a 130	16 a 32

ISO 12/11/6

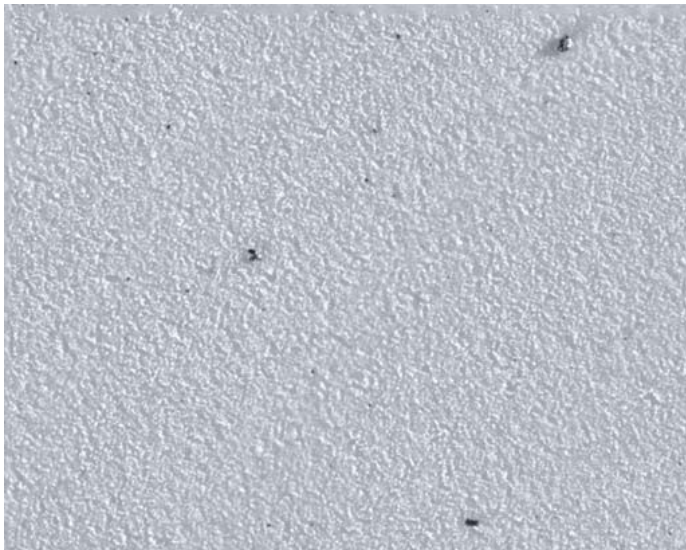
(NAS 1638: classe 2)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
2.000 a 4.000	1.000 a 2.000	32 a 64

ISO 14/13/9

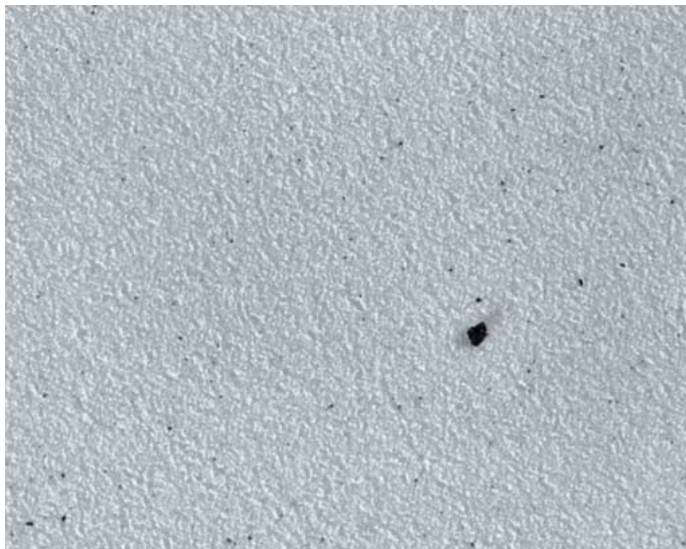
(NAS 1638: classe 3)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
8.000 a 16.000	4.000 a 8.000	250 a 500

ISO 16/14/10

(NAS 1638: classe 5)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
32.000 a 64.000	8.000 a 16.000	500 a 1.000

ISO 17/15/13

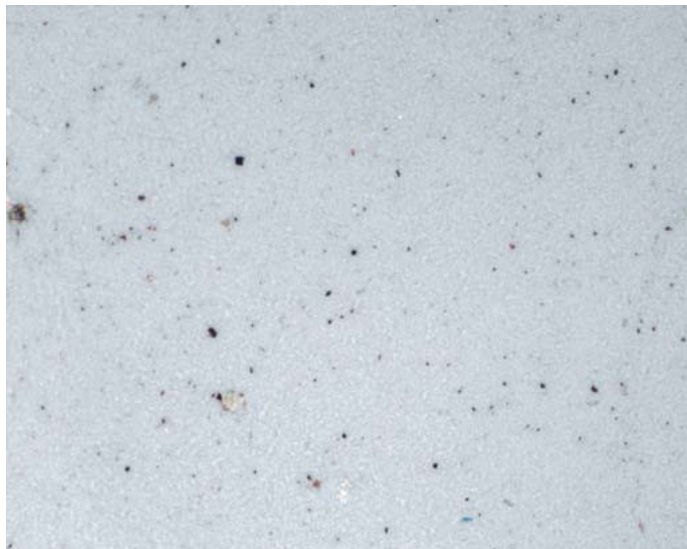
(NAS 1638: classe 6)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
64.000 a 13.0000	16.000 a 32.000	4.000 a 8.000

ISO 18/16/13

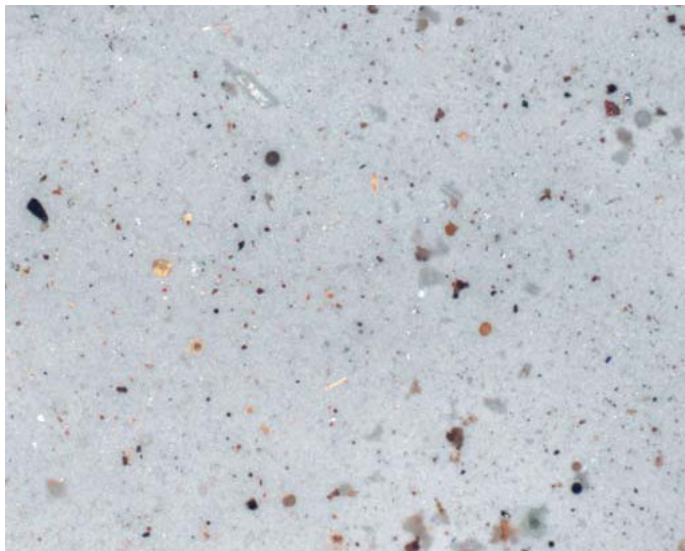
(NAS 1638: classe 7)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
130.000 a 250.000	32.000 a 64.000	4.000 a 8.000

ISO 19/17/14

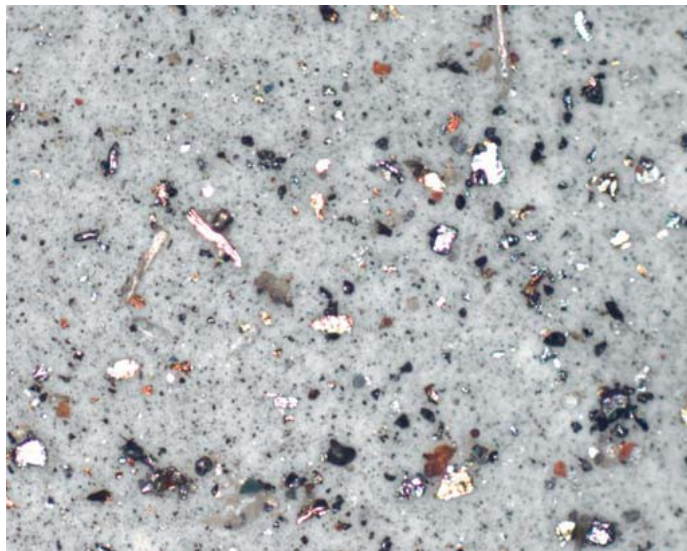
(NAS 1638: classe 8)



Tamanho da partícula		
$\geq 4 \mu\text{m(c)}$	$\geq 6 \mu\text{m(c)}$	$\geq 14 \mu\text{m(c)}$
Contagem de partículas		
250.000 a 500.000	64.000 a 130.000	8.000 a 16.000

ISO 22/19/17

(NAS 1638: classe 10)



**Tamanho da
partícula**

 $\geq 4 \mu\text{m(c)}$ $\geq 6 \mu\text{m(c)}$ $\geq 14 \mu\text{m(c)}$

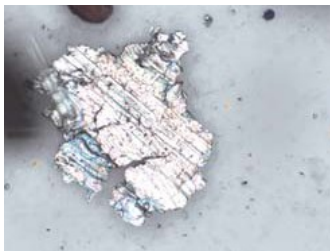
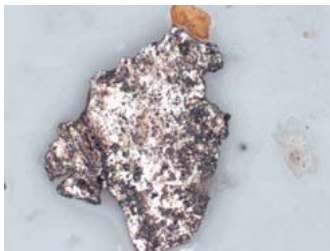
Contagem de partículas

2.000.000 a 4.000.000

250.000 a 500.000

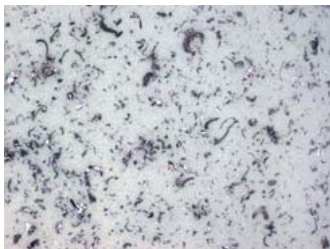
64.000 a 130.000

Desgaste por fadiga, 500 x ▶



◀ Desgaste por deslizamento, 500 x

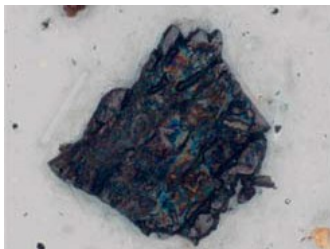
Desgaste por cisalhamento, 100 x ▶





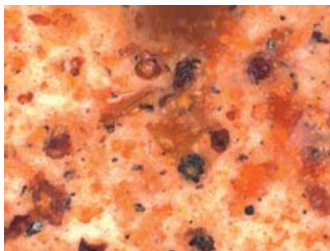
◀ Desgaste por cisalhamento, 500 x

Metal escuro brilhante, 500 x ▶



◀ Partículas de cobre, 500 x

Óxido de ferro vermelho, 500 x ▶



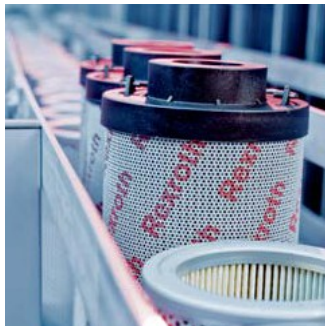
◀ Resíduos de gorduras, resinas, 500 x

Abrasão de vedações, 500 x ▶



Manutenção de Fluidos

- ▶ Análise de óleo - partículas, teor de água, resíduos de aditivos
- ▶ Análise do elemento filtrante
- ▶ Flushing e descontaminação do sistema
- ▶ Consultoria sobre pureza e manutenção do óleo



Exemplos de produtos





Monitorador de partículas online OPM II

- ▶ Indicação de classe de pureza conforme ISO4406:99 ou SAE AS4059 E
- ▶ Adequado para óleos minerais e biológicos; diesel
- ▶ Facilmente configurável através do visor; dispõe de uma memória de dados integrada
- ▶ Manuseio extremamente simples



Sistemas de Filtração Offline (portáteis, modelos de 2 e de 4 rodas)

- ▶ Vazão: 10, 15, 30, 35, 50, 80 l/min.
- ▶ Tipo de filtro: 40 LE 0018, 7 SL 45, 7 SL 130, 40 FLE 0045, 40 FLE 0095, 40 FLE 0120
- ▶ Vazão ajustável: 40 – 150 l/min.
- ▶ Tipo de filtro: 40 FLE 0270C



Aparelho de medição do teor de água no óleo

- ▶ Aplicação: Determinação on-line da atividade da água em sistemas hidráulicos e óleos lubrificantes
- ▶ Faixa de medição: 0 – 100 % de saturação de água no óleo
- ▶ Com memória de dados opcional, rede ou módulo de alarme



Purificador de óleo **VacuClean®**

- ▶ Dados de operação: Vácuo final até 50 mbar
- ▶ Vazão de óleo: 5 – 50 l/min



Filtro de linha

Ficha técnica:

- 51401 Tipo 40 FLEN 0160 à 1000
- 51402 Tipo 100 FLEN 0160 à 0630
- 51403 Tipo 16 FE 25 00 à 7500
- 51421 Tipo 245 LEN 0040 à 0400
- 51422 Tipo 350 LEN 0040 à 0400
- 51423 Tipo 445 LEN 0040 à 1000



Filtro para montagem no tanque

Ficha técnica:

- 51424 Tipo 10TEN 040 à 1000 e 10TE 2000 e 2500



Filtro duplex

Ficha técnica:

51406 Tipo 50/150 LDN 0040 à 0400

51408 Tipo 40 FLDN 0400 à 1001

51409 Tipo 100 FLDN 0160 à 1000

51410 Tipo 16 FD 2500 à 7500

51429 Tipo 400 LDN 0040 à 1000

51445 Tipo 63 FLDKN 0063 à 0250



Filtro para montagem em blocos

Ficha técnica:

51417 Tipo 450 PBFN 0040 à 1000

51418 Tipo 245 PSFN 0040 à 0400

51419 Tipo 350 PSFN 0040 à 1000

51427 Tipo 320 PZR 025, 075, 125



Filtro tipo Spin-on

Ficha técnica:

51426 Tipo 7SL 30 à 260



Filtro para Indústria de Processos

Tipo 16 FKE 25/400 à 150/2500

Tipo 40 FKE 25/400 à 150/2500

Tipo 16 FKD 25/400 à 150/2500

Tipo 40 FKD 25/400 à 150/2500

Versão revestida de
aço e de aço inoxidável

Elementos Filtrantes

Pure Power



50% mais retenção de contaminantes, economia de tempo e redução de custo.



Inúmeros tipos de elementos filtrantes feitos de celulose, metal e fibra de vidro

- ▶ Grau de filtração: 1 – 1500 μm
- ▶ Área do filtro: 10 cm^2 - 4,8 m^2

Ficha técnica: 51420

Elementos Filtrantes Intercambiáveis com Hydac, Pall, Eaton, Mahle, Parker, entre outros...

- ▶ Tipo 9., 10., 16., 18.
- ▶ Tamanho: 30 – 1500D / 30 – 2600R
- ▶ Catálogo: RE 51457
RE 51464
RE 51465
RE 51466
- ▶ Pressão Máxima de colapso bar (psi): 330 (4786)



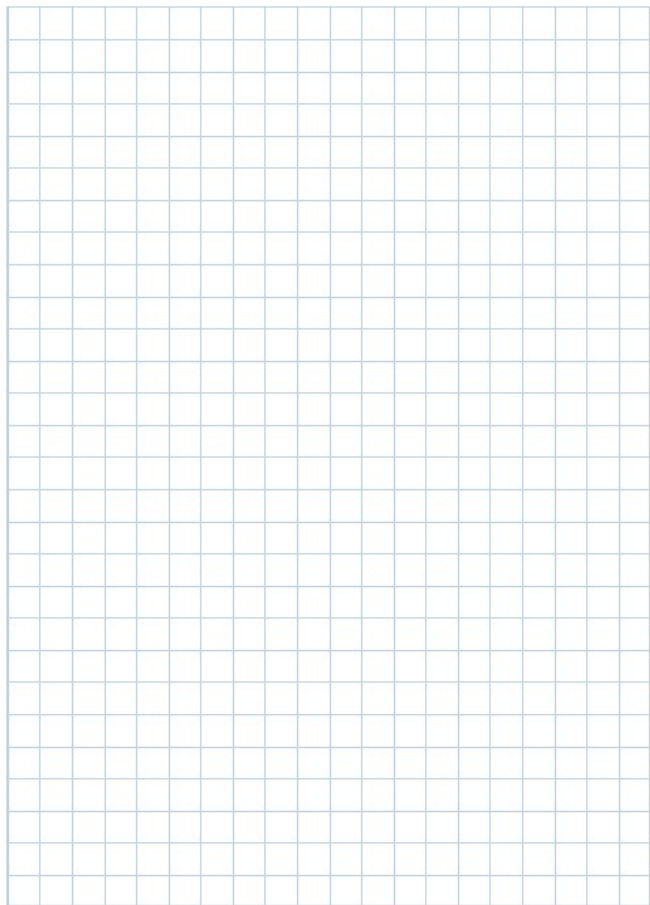
Elementos Filtrantes tipo vela Intercambiáveis com Hydac, Pall, Eaton e Mahle

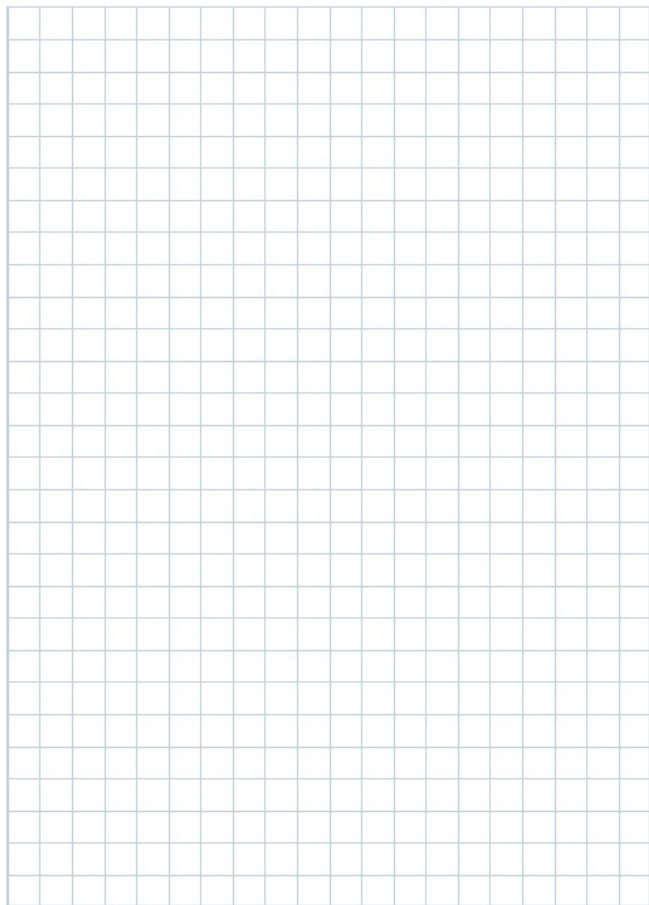
- ▶ 30 polegadas
- ▶ Pressão Máxima bar (psi): 5 (71)



Elementos Filtrantes 2 Estágios Intercambiáveis com Hydac

- ▶ Tamanho: 0110 - 0270
- ▶ Catálogo: RE 51458
- ▶ Pressão Máxima bar (psi): 30 (428)





Bosch Rexroth Ltda.
Av. Tégula, 888, Unidade 13/14 - Ponte Alta
12952-440 - Atibaia - São Paulo

Tel.: +55 11 2119-5600

Fax: +55 11 2119-5649

E-mail: boschrexroth@boschrexroth.com.br
www.boschrexroth.com.br

Os dados acima especificados destinam-se apenas a descrever o produto. Não exprimem a confirmação de determinada característica ou apropriação para uma determinada aplicação, não isentando o usuário da obrigação de fazer suas próprias avaliações e exames. Note-se que nossos produtos estão sujeitos a um processo natural de desgaste e de envelhecimento.

Sujeito a revisões!

Última revisão:
Abril/2018