

# Clean Oil



# Guide

Versión en español

## Guía del Aceite Limpio

100 micrometros  
Grano de sal

40 micrometros  
Visibilidad minima  
del ojo

70 micrometros  
Pelo Humano

25 micrometros  
Polen

8 micrometros  
Polvo de carbon

3 micrometros  
**Aceite**

2 micrometros  
**Bacteria**

## **Guía del aceite limpio**

Segunda edición 2003

(Traducción española, Diciembre 2005)

Publicada por:

C.C.JENSEN A/S

Svendborg, Dinamarca

Diseño:

Novatesa, s.l.

Barcelona, España

Revisión diseño, impreso:

SvendborgTryk,

Dinamarca

Fuentes:

"Chemistry in Electrical Apparatuses"

Lars Arvidsson

Västerås PetroleumKemi AB

C.C.JENSEN

Página	2	<b>0</b>	<b>Introducción</b>
	3	<b>1</b>	<b>Tipos de desgaste en los sistemas de aceite</b>
	4	<b>2</b>	<b>Muestreo de aceite</b>
	4		Dónde tomar una muestra de aceite
	5		Cómo tomar una muestra de aceite
	8	<b>3</b>	<b>Análisis de la muestra de aceite</b>
	9		Normas ISO
	10		Clases NAS
	10		Evaluación del recuento de partículas
	11		Frecuencia de los análisis
	12	<b>4</b>	<b>Métodos de limpieza del aceite</b>
	13		Tipos de filtros
	14		El filtro de superficie
	15		El filtro de profundidad
	16	<b>5</b>	<b>Definiciones de filtración básica</b>
	16		Filtración nominal
	16		Filtración absoluta
	16		Valor $\beta_x$
	17		Capacidad de suciedad
	17		Bypass
	18	<b>6</b>	<b>Métodos de instalación</b>
	18		Filtración en línea
	18		Filtración fuera de línea
	20	<b>7</b>	<b>Economía</b>
	21	<b>8</b>	<b>Pedido de un sistema de filtración</b>
	22	<b>9</b>	<b>Tratamiento del aceite y sistemas de aceite</b>
	22		Aceite nuevo en recipientes
	22		Aceite en el sistema
	23	<b>10</b>	<b>Recomendaciones para la compra de aceite</b>
	23		Certificados de prueba del aceite y muestreo de prueba
	23		Reclamaciones
	24		Muestreo

Página	2	1	2	3	4	5	6
	<b>Introducción</b>	<b>Tipos de desgaste en los sistemas de aceite</b>	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

## Introducción

El mantenimiento es el mayor gasto controlable en una planta de fabricación.

Considerando que el 80% de todas las averías de las máquinas están relacionadas con la contaminación del aceite, los métodos pro-activos ahorran considerables costes a las empresas cada año.

Esta guía ofrece una introducción sobre los problemas de limpieza insuficiente del aceite, las causas y el remedio a tales problemas. Toda la información suministrada en esta guía ha sido reunida y publicada por personas de la empresa C.C. Jensen A/S y reconocida y aceptada internacionalmente.

Le invitamos a sacar provecho de la experiencia que hemos adquirido en los últimos 50 años con el mantenimiento del aceite en diversos tipos de aplicaciones tanto en el sector industrial como marino.

El perfecto sistema de limpieza de aceite controlará el nivel de todos los tipos de contaminación. Para mayor información le recomendamos que visite [www.cjc.dk](http://www.cjc.dk) o [www.ccjensen.com](http://www.ccjensen.com), donde también puede pedir un equipo de muestreo de aceite CJC, que incluye materiales e instrucciones para tomar muestras de su aceite.

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 1 Tipos de desgaste en los sistemas de aceite

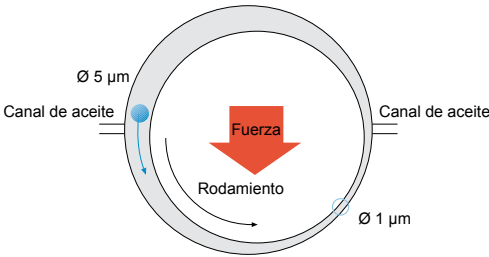
## Tipos de desgaste en los sistemas de aceite

Cualquier máquina que utilice aceite para transmisión de potencia o lubricación se verá afectada por el estado del aceite. El aceite entra en

contacto con todos los componentes del sistema y debería considerarse como lo más importante. La contaminación es algo que no debería encontrarse en el aceite, (como sólidos y sustancia químicas).

### Desgaste mecánico

Figura 1



Las partículas sólidas causan generalmente el 50% de todas las averías y esta cifra puede ser todavía mayor, después de que estas partículas sólidas hayan destruido las superficies incluso de los metales más duros. Las partículas más dañinas son las que quedan atrapadas en la tolerancia dinámica, como en los rodamientos (figura 1).

Fuente: Västerås PetroleumKemi AB

### Desgaste químico

Figura 2



La contaminación química incluye agua, productos de oxidación y ciertos metales (por ejemplo, cobre).

El agua representa típicamente el 20% de las averías mecánicas, reduce la capacidad de lubricación del aceite y produce corrosión y erosión que llevan a la fisuración (figura 2). Además actúa como catalizador en la oxidación del aceite, como por ejemplo el cobre. Los productos de oxidación forman una capa pegajosa en las superficies metálicas, lo cual se conoce como barniz o resinas. Las partículas duras de cualquier tamaño pueden quedar atrapadas en la capa pegajosa creando una superficie como el papel de lija.

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	<b>Muestreo de aceite</b>	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

# Muestreo de aceite

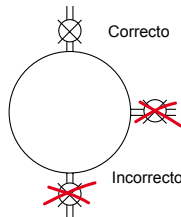
El propósito del muestreo de aceite es lograr el nivel más alto de rendimiento y fiabilidad de la máquina al coste más bajo posible. Las muestras iniciales sirven para establecer puntos de referencia y para identificar las máquinas con niveles críticos. El muestreo de rutina se hace para documentar que se logran los objetivos y también puede dar indicaciones del desgaste anormal que debe ser estudiado.

La calidad de los resultados de los análisis depende primeramente del muestreo y tratamiento correcto de la muestra; en segundo lugar, de la calidad del laboratorio que realiza los análisis. Saber dónde y cómo tomar una muestra es de primordial importancia y requiere especial atención.

## Dónde tomar una muestra de aceite

Tomando la figura 3 como referencia, saque el aceite preferentemente de una tubería que apunta hacia arriba con caudal continuo y suficiente para tomar una muestra representativa. Los puntos de muestreo instalados en el perímetro inferior de una tubería originan depósitos de partículas en las válvulas de muestreo.

Figura 3. Sección transversal de la tubería con válvulas de muestreo.



Fuente: Västerås PetroleumKemi AB

El mejor punto de muestreo está entre la bomba y la carcasa del filtro fuera de línea, lo cual es normalmente la parte más contaminada del sistema de aceite. Un resultado satisfactorio de tal muestra es la mejor garantía. Si no se ha instalado un sistema de filtro fuera de línea, una bomba de muestreo tipo de vacío es una opción válida. En este caso la muestra deberá extraerse a 10 cm de la parte más baja del tanque (ver página 7).

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 2 Muestreo de aceite

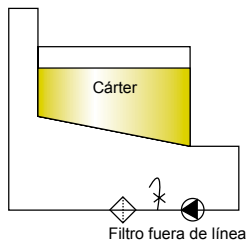
## Cómo tomar una muestra de aceite - entre la bomba y el filtro

Para tomar una muestra de aceite se requiere lo siguiente:

- Una botella de vidrio esterilizada de 200 mL
- Un paño
- Un recipiente de aceite abierto de 5 litros

Lea atentamente las instrucciones siguientes antes de tomar la muestra de aceite.

Figura 4. Muestreo de aceite



Pasos 1-3



Pasos 4-5



Paso 6



1. Coloque el recipiente de aceite bajo la válvula de muestreo
2. Abra y cierre la válvula cinco veces y déjela abierta
3. Vierta un litro de aceite en el recipiente
4. Abra la botella de muestra
5. Ponga la botella debajo del caudal de aceite sin tocar la válvula de muestreo

1	2	3	4	5	6
3	4	8	12	16	18
Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	<b>Muestreo de aceite</b>	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

6. Llene aproximadamente un 80% de la botella
7. Ponga el tapón en la botella inmediatamente después de tomar la muestra
8. Cierre la válvula de muestreo
9. Todas las muestras deben ser claramente marcadas con número de referencia, lugar del muestreo, fecha y tipo/marca del aceite (ver ejemplo abajo)

Date:	01-29-80	Sample no.:	XX-1
Case no.:	CJC-XX	Temp.:	45°C
Oil brand:	BESTOL	Oil type:	HLP 46
Hours run:	1450	Filter type:	HBU 27/27
Filter press:	0.5 BAR	Insert type:	B 77/27
Customer:	FILTERWELL & Co., Ltd.		
Place:	YOUR TOWN		
Machine:	INJECTION MOLDING NO. 44		
Name:	SAMPLE TAKEN APRIL CJC-FILTER		

Si no hay botellas de muestras esterilizadas puede utilizar botellas de muestras que no lo estén haciendo un flushing de la botella de la siguiente manera:

1. Llene la botella de aceite
2. Vacíe el contenido de la botella en el recipiente
3. Repita los pasos 1-2 tres veces

Continúe con los puntos del 5 al 9 como se indica arriba

Las muestras sólo se deberán tomar con la máquina funcionando a temperatura normal de trabajo. Cuando se toman muestras para el recuento de partículas, el método es muy importante. Recuerde que nunca podrá lograr una muestra mejor (más limpia) que el aceite del sistema, pero si es fácil obtener una muestra peor (más contaminada).

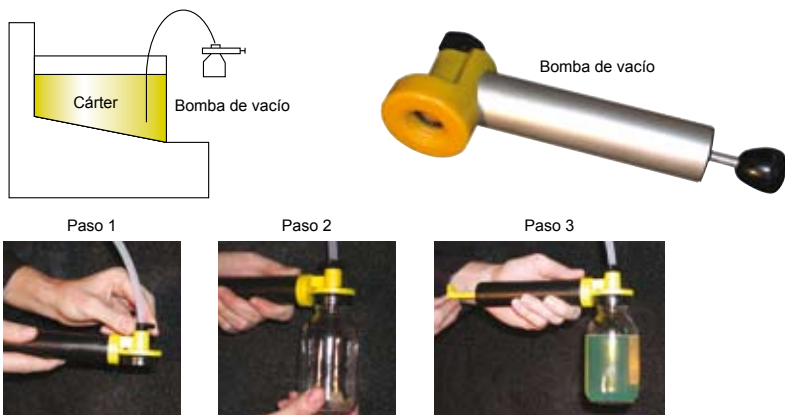


Página	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

## - uso de una bomba de vacío manual

Siga las instrucciones que vienen con el equipo de la bomba. Las ilustraciones de abajo muestran el equipo de muestreo de aceite CJC.

Figura 5. Muestreo de aceite con una bomba de vacío.



Trate de bajar el extremo libre del tubo de plástico a un tercio por encima del fondo del tanque, en el centro del tanque – o si es necesario, por encima del punto más bajo del tanque. Tenga cuidado de no tocar las paredes o el fondo del depósito con el tubo. Cuando haya precintado la botella asegúrese de rellenar la etiqueta con toda la información según el ejemplo de la página 6.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
3	4	8	12	16	18
Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	<b>Análisis de la muestra de aceite</b>	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

# Análisis de la muestra de aceite

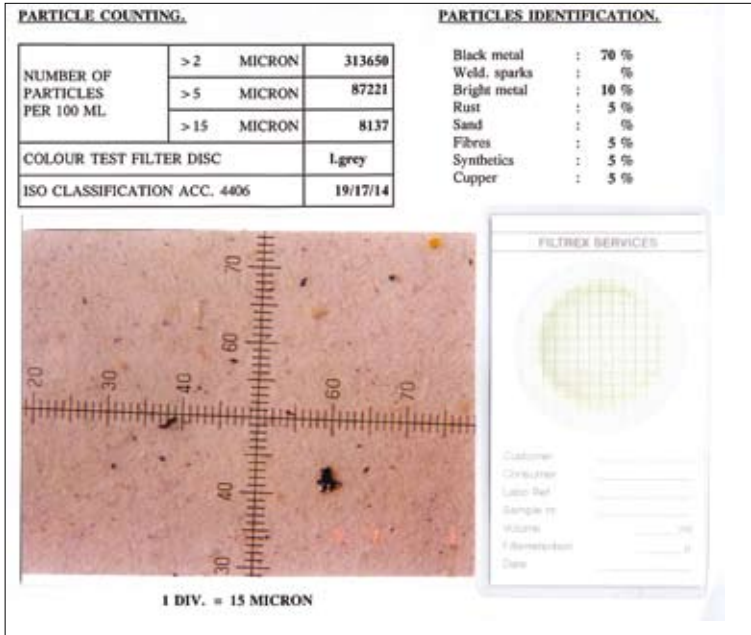
Un análisis de aceite debería incluir como mínimo:

- Un recuento de partículas
- Viscosidad
- Contenido de agua en ppm
- Nivel de acidez

Si el contenido de aditivos en el aceite es de su interés, debería ser efectuado un análisis espectral. El proveedor del aceite es quién mejor realizará esta prueba, puesto que conoce en detalle el contenido inicial de aditivos del aceite.

Se recomienda que las pruebas iniciales sean realizadas por un laboratorio independiente con conocimientos especiales sobre lubricantes.

Figura 6: Análisis de partículas



Fuente: Filtrix Services BV, Holanda

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

## Normas ISO

Se introdujo la clasificación ISO 4406/2000 de contenido de partículas para facilitar las comparaciones en el recuento de partículas.

Las averías imprevistas en un sistema de aceite son causadas a menudo por partículas grandes (>14 µm) en el aceite, mientras que los defectos progresivos más lentos, por ejemplo desgaste, son causados por las partículas más pequeñas (4-6 µm).

Esta es una de las explicaciones de por qué los tamaños de referencia de las partículas se fijaron en 4 µm, 6 µm y 14 µm en la norma ISO 4406/2000. Por ejemplo, una muestra de aceite típica de un multiplicador de un aerogenerador contiene en cada 100 mL de aceite:

450.000 partículas > 4 micras  
 120.000 partículas > 6 micras  
 14.000 partículas > 14 micras

**Figura 7. Clases de contaminación según la nueva norma ISO 4406/2000**

Más de	Hasta	Clase
8.000.000	16.000.000	24
4.000.000	8.000.000	23
2.000.000	4.000.000	22
1.000.000	2.000.000	21
500.000	1.000.000	20
<b>250.000</b>	<b>500.000</b>	<b>19</b>
130.000	250.000	18
<b>64.000</b>	<b>130.000</b>	<b>17</b>
32.000	64.000	16
16.000	32.000	15
<b>8.000</b>	<b>16.000</b>	<b>14</b>
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

Introducidos los datos en la tabla de clasificación ISO (a la derecha), esta muestra de aceite tiene una clase de contaminación de 19/17/14.

**Número de partículas por 100 mL de fluido según sus clasificaciones por tamaño**

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	<b>Análisis de la muestra de aceite</b>	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

## Clases NAS

La NAS 1638 es una norma americana que se traduce aproximadamente a los códigos ISO. La diferencia es que la NAS da un desglose más detallado de los diferentes tamaños de partículas.

**Figura 8: NAS 1628**

*Tamaño Clases NAS 1628*

$\mu$	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5-15	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	32.000	64.000	128.000	256.000	512.000	1.024.000
15-25	22	44	89	178	356	712	1425	2.850	5.700	11.400	22.800	45.600	91.200	182.400
25-50	4	8	16	32	63	126	253	506	1.012	2.025	4.050	8.100	16.200	32.400
50-100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1.440	2.880	5.760
>100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1.024

## Evaluación del recuento de partículas

El código ISO obtenido es una indicación de la limpieza del aceite en la caja de engranajes, lo cual puede verse en las tablas de contaminación que se muestran a continuación:

**Figura 9a: Guía de la contaminación para sistemas de aceite hidráulico y de lubricación**

Código ISO	Descripción	Apto para	*
ISO 14/12/10	Aceite muy limpio	Todos los sistemas de aceite	8,5 kg
ISO 16/14/11	Aceite limpio	Servo e hidráulicos de alta presión	17 kg
ISO 17/15/12	Aceite ligeramente contaminado	Sistemas de aceite de lubricación e hidráulicos estándar	34 kg
ISO 19/17/14	Aceite nuevo	Sistemas de media a baja presión	140 kg
ISO 22/20/17	Aceite muy contaminado	No apto para sistemas de aceite	>589 kg

**Figura 9b: Guía de la contaminación para engranajes**

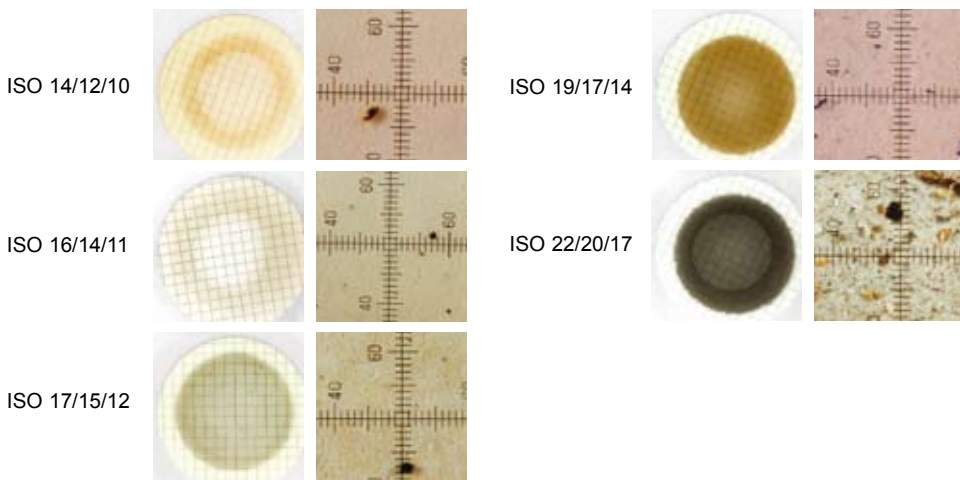
Código ISO	Descripción	Apto para	Factor de mejora	*
ISO 14/12/10	Aceite muy limpio	Todos los sistemas	200%	8,5 kg
ISO 16/14/11	Aceite limpio	Sistema de engranajes críticos	150%	17 kg
ISO 17/15/12	Aceite ligeramente contaminado	Sistemas de engranajes estándar	100%	34 kg
ISO 19/17/14	Aceite nuevo	Sistemas de engranajes no críticos	75%	140 kg
ISO 22/20/17	Aceite muy contaminado	No apto para sistemas de engranajes	50%	>589 kg

\* kg de partículas sólidas que pasan anualmente por la bomba del sistema, con respecto al código ISO dado

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

Habría que especificar un objetivo de limpieza para cada sistema que contenga aceite. Este es el requisito básico para asegurar la fiabilidad al coste más bajo posible.

Figura 10: Membranas de prueba junto con fotografías a nivel microcópico de varios niveles de contaminación



### Frecuencia de los análisis

En la fase de implementación de un sistema de control de las condiciones del aceite es necesario hacer análisis con frecuencia - al menos cada seis meses - a fin de establecer una base de datos.

Cada sistema de aceite debería tener un diario donde registrar los resultados de los análisis. Este diario también debe contener información sobre el tipo de aceite, cambios de aceite, averías, código de clase ISO designada y resultados de los análisis del aceite.

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	<b>Métodos de limpieza del aceite</b>	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

# Métodos de limpieza del aceite

Hay diversos métodos de limpieza del aceite.

Figura 11: Métodos de limpieza del aceite

Método	Acción: limpieza
Filtro de superficie convencional	Reduce el contenido de partículas sólidas.
Filtro de profundidad de celulosa	Reduce el contenido de partículas sólidas, agua y resina
Filtro electrostático	Reduce el contenido de contaminantes polares
Separador centrífugo	Reduce el contenido de partículas con una densidad mayor que la del aceite
Filtro de vacío	Reduce el contenido de aire y agua

Todas las tecnologías arriba indicadas se encuentran en el comercio, sin embargo se prefiere a menudo el filtro de superficie y el de profundidad debido a que resultan más eficaces y económicos.

Estas dos técnicas de limpieza trabajan mejor bajo condiciones constantes, es decir, caudal y presión constantes. El filtro de profundidad se instala a menudo en un circuito fuera de línea independiente, y en tales condiciones estables retiene la mayoría de los contaminantes en el aceite. El filtro de superficie podría instalarse en un circuito de refrigeración del aceite, o como un filtro en línea "de emergencia" en la tubería de presión (corriente ascendente) del sistema de aceite.

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 4 Métodos de limpieza del aceite

## Tipos de filtro

**El filtro de profundidad** es como un laberinto donde el aceite pasa a través de varias capas de celulosa. Las partículas más grandes quedan retenidas en el exterior del elemento filtrante, mientras que las más pequeñas entran en el elemento filtrante y son retenidas en el material del filtro, asegurando una gran capacidad de retención de la suciedad. El empleo de un elemento filtrante de celulosa también permite la eliminación de agua (absorción) y residuos de oxidación, resinas/barniz/(adsorción). Este tipo de filtro también puede instalarse en un circuito bypass utilizando la presión de la bomba del sistema.

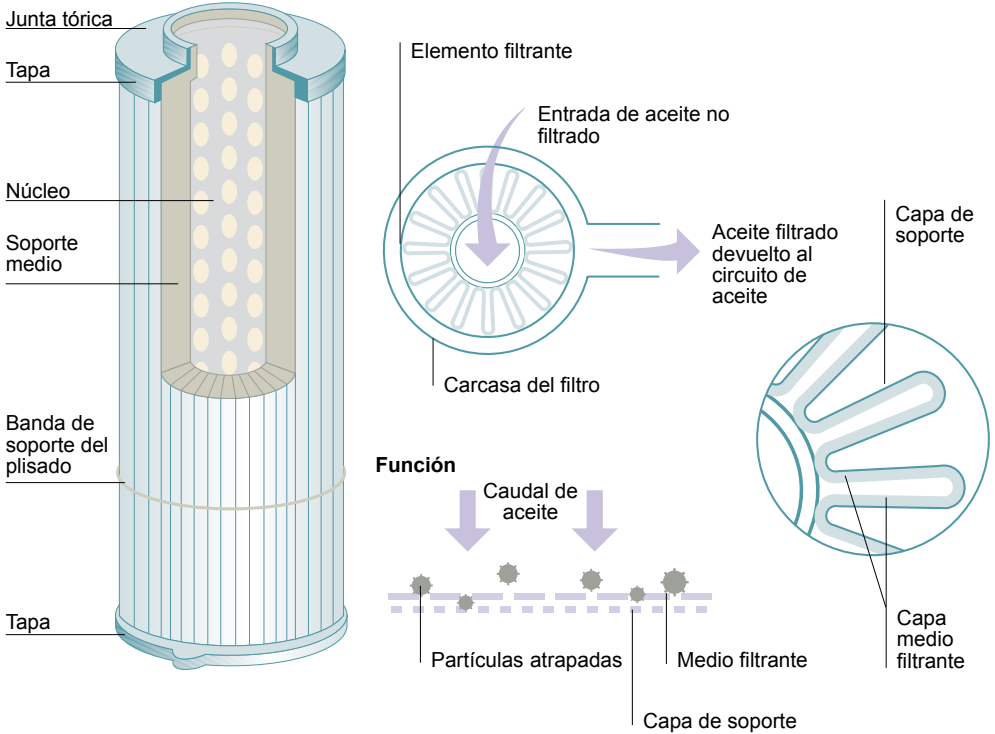
**Los filtros de superficie** de diseños convencionales tienen capas relativamente delgadas de material filtrante, permitiendo grandes caudales a través del elemento filtrante. Este es plisado para aumentar el área de superficie y reducir la caída de presión. El filtro sólo puede eliminar partículas sólidas y tiene una capacidad restringida de retención de la suciedad ya que sólo utiliza el área de superficie.

Ver las ilustraciones en las páginas 14 y 15

Los sistemas de aceite modernos a menudo combinan los dos sistemas de limpieza, donde el filtro de profundidad elimina la contaminación y el filtro de superficie sirve de filtro de seguridad.

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	<b>Métodos de limpieza del aceite</b>	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

## Filtro de superficie



Los filtros de superficie tienen una limitada capacidad de retención de la contaminación, generalmente entre 1-100 gr, lo cual significa que es necesario cambiar el elemento filtrante a intervalos cortos para asegurar una filtración eficaz.

Los filtros de superficie, que eliminan partículas  $< 20 \mu\text{m}$ , ofrecen una eficaz protección cuando se instalan delante de una pieza importante de la máquina.

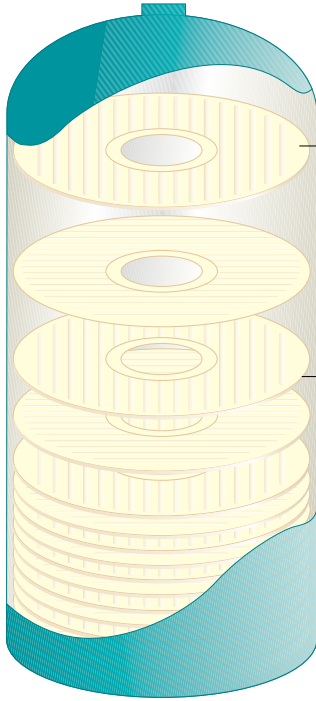
Los filtros de superficie no absorben agua.

Los filtros de superficie no eliminan los depósitos residuales de oxidación.



7	8	9	10
Página 20	21	22	23
Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

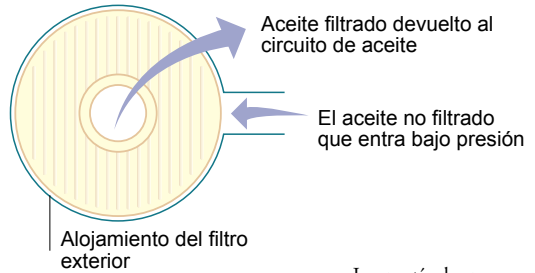
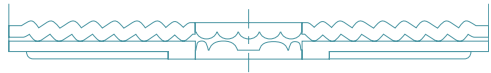
## Filtro de profundidad



### Elemento filtrante:

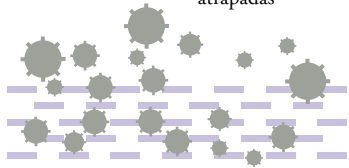
Hecho como un sandwich de discos de celulosa de madera ondulados, girados 90° respecto al próximo y unidos entre sí. El resultado es una serie de superficies conectadas con ondulaciones que van norte/sur y este/oeste.

Sandwich de filtro de dos discos



### Función

Las partículas pasan por el laberinto del filtro hasta quedar atrapadas



El filtro de profundidad CJC™ tiene una capacidad de retención de la contaminación de aproximadamente 2 litros y sólo es necesario cambiar el elemento filtrante cada 12 meses.

Los filtros de profundidad son efectivos hasta 3 µm absolutas.

Los filtros de profundidad absorben agua y resinas (residuos de oxidación).

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	<b>Definiciones de filtración básica</b>	Métodos de instalación

# Definiciones de filtración básica

## Filtración nominal

Significa que el filtro elimina el 50% de las partículas mayores de un tamaño dado. No hay norma para esto, por lo tanto no es posible comparar diferentes productos/marcas.

## Filtración absoluta

Esta es una medida para el tamaño del poro en un filtro e indica la partícula esférica más grande que puede pasar por el filtro. La capacidad de un filtro de profundidad es a menudo de 3 μm absolutas o mejor. La capacidad del filtro de superficie varía según las necesidades del componente(s) que hay que proteger.

## Valor β<sub>x</sub>

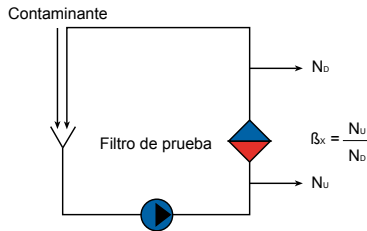
El valor β es una medida para la eficacia del filtro:

La "x" indica el tamaño de partícula en cuestión y β ("beta") es la eficacia.

El valor β es calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\beta_x = \frac{\text{número de partículas en corriente ascendente} > x \text{ (NU)}}{\text{número de partículas en corriente descendente} > x \text{ (ND)}}$$

Figura 12: Prueba multipass



## Eficacia del filtro

$$E = \frac{\beta_x - 1}{\beta_x} \times 100$$

Fuente: normas ISO

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 5 Definiciones de filtración básica

## Capacidad de suciedad

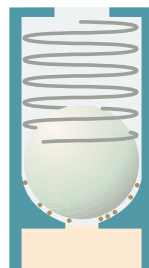
La capacidad de suciedad es la cantidad de contaminación absorbida por el elemento filtrante cuando se alcanza la presión de saturación. Se mide en peso o volumen.

## Válvula bypass del filtro

La válvula bypass del filtro elimina la función de filtración al desviar el caudal, pasando el filtro en línea. Una válvula bypass se abrirá cuando la caída de presión sobre el filtro es demasiada alta.

El caudal de aceite es desviado entonces completamente o parcialmente - y no pasa a través - del filtro. Una válvula bypass con fugas tiene un efecto devastador en el valor de eficacia del filtro. En los filtros fuera de línea, la válvula bypass debería estar incorporada en la bomba, conectando la toma de presión y la toma de succión.

Figura 13: Válvula bypass



Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	<b>Métodos de instalación</b>

# Métodos de instalación

## Filtración en línea

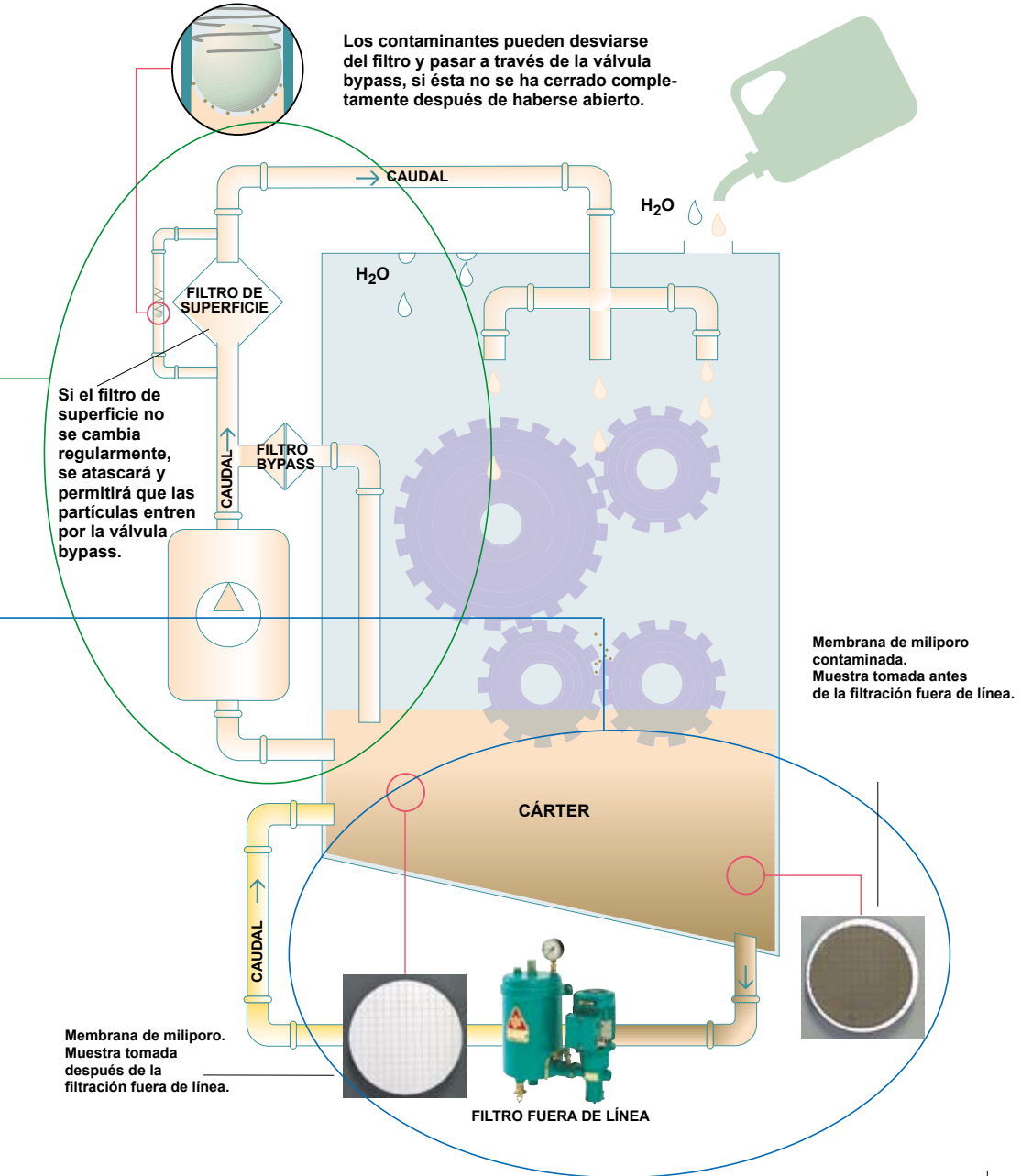
Todo el caudal del sistema pasa por el filtro. Sólo los elementos del filtro de superficie son aplicables en este caso.

## Filtración fuera de línea

Un método de instalación en el cual el módulo de filtración está instalado en un circuito independiente del sistema, permitiendo el uso de elementos filtrantes de profundidad.

7	8	9	10
Página 20	21	22	23
Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 6 Métodos de instalación



Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

# Economía

Antes de invertir en un sistema de filtración habría que hacer un estudio de costos-beneficios. Los costos pueden dividirse en dos grupos:

**Costos de compra:** costos directamente relacionados con la compra de un sistema de filtración, es decir, precio de compra y costos de instalación.

**Costos de explotación:** costos para mantener el sistema/módulo de filtración en funcionamiento, es decir, sustitución de elementos filtrantes, consumo de energía y reparaciones.

**Costos de compra + Costos de explotación = Inversión total**

La inversión total debe ser menor que los ahorros obtenidos por tener un aceite limpio.

**Ahorros:** reducciones en los costes de mantenimiento, minimización de las horas perdidas de producción, mayor tiempo entre los intervalos de servicio, mayor vida útil del aceite y de los componentes, etc.

Para un filtro fuera de línea CJC™, por ejemplo de un multiplicador de un aerogenerador, el plazo de recuperación es aproximadamente de tres días de funcionamiento. Esto significa que en 3 x 24 horas de producción adicional, las condiciones del aceite han mejorado de tal manera que el filtro se ha pagado por sí solo.

Página	7	8	9	10
20	<b>Economía</b>	<b>Pedido de un sistema de filtración</b>	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# 7 Economía

## 8 Pedido de un sistema de filtración

## Pedido de un sistema de filtración

Al pedir un sistema de filtración debería ser especificado lo siguiente:

- Costos de explotación del filtro
- Nivel de limpieza requerido del fluido
- Procedimiento de control confirmando que se ha alcanzado el nivel de limpieza

Calcular el costo total para la vida útil del sistema - o para 10 años de funcionamiento

Página	2	3	4	8	12	16	18
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

# Tratamiento del aceite y sistemas de aceite

## Aceite nuevo en recipientes

- El aceite nuevo debe considerarse contaminado hasta que ha sido analizado.

- Los aceites que contienen aditivos que no son necesarios para la aplicación, deben considerarse contaminados.
- El aceite nuevo siempre debería introducirse en el sistema por medio de un filtro, preferentemente un filtro de 3  $\mu\text{m}$  absolutas.
- No mezcle aceites sin la previa investigación de compatibilidad.
- Mantenga los productos de lubricación en recipientes cerrados para evitar la entrada de contaminantes.

## Aceite en el sistema

- Observe regularmente el aceite durante el funcionamiento a fin de descubrir cualquier aparición repentina de agua, aire u otros contaminantes. Aceite nuevo usado como referencia, puede ser una ayuda.
- Compruebe el aceite después de un mal funcionamiento de la máquina u otros incidentes que pudiesen afectar al aceite.
- Recuerde siempre la máxima limpieza y precisión durante el muestreo.
- Los sistemas deberían estar lo más cerrados posible. Todas las aberturas permanentes deberían estar provistas de filtros de aireación. Todos los sistemas deberían estar provistos de instalaciones de filtro permanente.
- Al cambiar el aceite debería vaciarse completamente el tanque y el sistema, y el tanque debería limpiarse manualmente de sedimentos (barro, etc).
- Al cambiar retenes sólo deberían ser utilizados materiales resistentes al aceite. La compatibilidad con el aceite también debería ser comprobada.
- Nunca aplique nuevos aditivos sin consultar al proveedor/asesor del aceite. Pida confirmación por escrito de las medidas que hay que tomar.
- Utilice siempre laboratorios independientes de análisis, con control de calidad adecuado.



	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	<b>Tratamiento del aceite y sistemas de aceite</b>	<b>Recomendaciones para la compra de aceite</b>

# 9 Tratamiento del aceite y sistemas de aceite

# 10 Recomendaciones para la compra de aceite

## Recomendaciones para la compra de aceite

Al comprar aceite a granel, los compradores tienen derecho a imponer requisitos certificados especiales para asegurarse de la calidad.

A continuación adjuntamos algunos **ejemplos de requisitos** y pruebas para la calidad del aceite, enfatizando la limpieza del aceite.

### **Certificados de pruebas de aceite y muestreo de pruebas**

Se debería presentar al comprador los resultados de una prueba de aceite del lote. Una muestra debería ser tomada durante el llenado del lote. Las muestras deberían ser marcadas con la marca registrada, número de lote y tamaño de la remesa. El aceite debería ser analizado por un laboratorio independiente y el análisis debería incluir los datos descritos en la sección de análisis de aceite de este folleto.

### **Reclamaciones**

Si el aceite suministrado no cumple con los requisitos, debería considerarse la devolución de la remesa. Si el problema puede solucionarse, habrá que acreditar nuevas muestras. El proveedor debe pagar todos los costos, incluyendo avería de máquina y tiempo de inactividad.

Página	2	1	2	3	4	5	6
	Introducción	Tipos de desgaste en los sistemas de aceite	Muestreo de aceite	Análisis de la muestra de aceite	Métodos de limpieza del aceite	Definiciones de filtración básica	Métodos de instalación

## Muestreo

Las muestras deben ser extraídas de cada lote fabricado. La muestra analizada debe ser una muestra representativa del lote fabricado. Los expedientes de las pruebas deben estar a la disposición del comprador al menos durante cinco años.

Un certificado de análisis debe ser entregado junto con el pedido del aceite. Este incluirá al menos los siguientes puntos:

- Inspección visual
- Viscosidad @ 40°C
- Densidad
- Índice de acidez total del producto acabado
- Tiempo de separación de las burbujas de aire
- Contaminantes, gravimétricos

En aceites para aerogeneradores podría incluirse la formación de espuma a 50°C.

El aceite debe ser entregado en camiones cisterna, tambores pintados con pintura epóxica o latas de 20 litros. El comprador debe indicar el tipo de recipiente para cada caso individual. El recipiente debe ser de primera calidad y del tipo utilizado generalmente en el comercio del aceite. El recipiente debe estar marcado con la descripción comercial del comprador, la designación comercial del proveedor, con el contenido neto y un número de lote de fabricación continua.

	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Página	20	21	22	23
	Economía	Pedido de un sistema de filtración	Tratamiento del aceite y sistemas de aceite	Recomendaciones para la compra de aceite

# Life Extension Table

## New Cleanliness Level (ISO Code)

Current Machine Cleanliness (ISO code)

	22/20/17		21/19/16		20/18/15		19/17/14		18/16/13		17/15/12		16/14/11		15/13/10		14/12/9		13/11/8		12/10/7	
<b>28/26/23</b>	5 4	3 2.5	7 4.5	3.5 3	9 5	4 3.5	>10 6.5	5 4	>10 7.5	6 5	>10 8.5	7.5 6.5	>10 10	9 7	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10
<b>27/25/22</b>	4 3	2.5 2	5 3.5	3 2.5	7 4.5	3.5 3	9 5	4 3.5	>10 6.5	5 4	>10 8	6 5	>10 9	7 6	>10 10	9 7.5	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10
<b>26/24/21</b>	3 2.5	2 1.5	4 3	2.5 2	6 4	3 2.5	7 5	4 3	9 6.5	5 4	>10 7.5	6 5	>10 8.5	7 6	>10 9.5	8 7	>10 >10	10 8	>10 >10	>10 >10	>10 >10	>10 >10
<b>25/23/20</b>	2 1.7	1.5 1.3	3 2.3	2 1.5	4 3	2.5 2	5 3.7	3 2.5	7 5	3.5 3	9 6	4 3.5	>10 7	5 4	>10 8	6 5	>10 10	8 6.5	>10 >10	9 8.5	>10 >10	>10 10
<b>24/22/19</b>	1.6 1.4	1.3 1.1	2 1.8	1.6 1.3	3 2.3	2 1.7	4 3	2.5 2	6 3.5	3 2.5	7 4.5	3.5 3	8 5.5	4 3.5	>10 7	5 4	>10 8	6 5	>10 10	7 5.5	>10 >10	>10 8.5
<b>23/21/18</b>	1.3 1.2	1.2 1.1	1.5 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.4	3 2.2	2 1.6	4 3	2.5 2	5 3.5	3 2.5	7 4.5	3.5 3	9 5	4 3.5	>10 7	5 4	>10 9	7 5.5	>10 10	10 8
<b>22/20/17</b>			1.3 1.2	1.2 1.05	1.6 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.4	3 2.3	2 1.7	4 3	2.5 2	5 3.5	3 2.5	7 5	4 3	9 6	5 4	>10 8	7 5.5	>10 10	9 7
<b>21/19/16</b>					1.3 1.2	1.2 1.1	1.6 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.5	3 2.2	2 1.7	4 3	2.5 2	5 3.5	3 2.5	7 5	4 3.5	9 7	6 4.5	>10 9	8 6
<b>20/18/15</b>							1.3 1.2	1.2 1.1	1.6 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.5	3 2.3	2 1.7	4 3	2.5 2	5 3.5	3 2.5	7 5.5	4.6 3.7	>10 8	6 5
<b>19/17/14</b>									1.3 1.2	1.2 1.1	1.6 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.5	3 2.3	2 1.7	4 3	2.5 2	6 4	3 2.5	8 6	5 3.5
<b>18/16/13</b>											1.3 1.2	1.2 1.1	1.6 1.5	1.5 1.3	2 1.8	1.7 1.5	3 2.3	2 1.8	4 3.7	3.5 3	6 4.5	4 3.5
<b>17/15/12</b>			Hydraulics and Diesel Engines	Rolling Element Bearings									1.3 1.2	1.2 1.1	1.6 1.5	1.5 1.4	2 1.8	1.7 1.5	3 2.3	2 1.8	4 3	2.5 2.2
<b>16/14/11</b>			Journal Bearings and Turbo Machinery	Gear Boxes and Others											1.3 1.3	1.3 1.2	1.6 1.6	1.6 1.4	2 1.9	1.8 1.5	3 2.3	2 1.8
<b>15/13/10</b>																	1.4 1.2	1.2 1.1	1.8 1.6	1.5 1.3	2.5 2	1.8 1.6

Source: Noria



# Life Extension Table

## New Moisture Level (ppm)

Current Moisture Level (ppm)

	10,000		5,000		2,500		1,000		500		250		100		50	
	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal	Rolling Element	Journal
50,000	2.3	1.6	3.3	1.9	4.8	2.3	7.8	2.9	11.2	3.5	16.2	4.3	26.2	5.5	37.8	6.7
25,000	1.6	1.3	2.3	1.6	3.3	1.9	5.4	2.4	7.8	2.9	11.2	3.5	18.2	4.6	26.2	5.5
10,000			1.4	1.2	2.0	1.5	3.3	1.9	4.8	2.3	6.9	2.8	11.2	3.5	16.2	4.3
5,000					1.4	1.2	2.3	1.6	3.3	1.9	4.8	2.3	7.8	2.9	11.2	3.5
2,500							1.6	1.3	2.3	1.6	3.3	1.9	5.4	2.4	7.8	2.9
1,000									1.4	1.2	2.0	1.5	3.3	1.9	4.8	2.3
500											1.4	1.2	2.3	1.6	3.3	1.9
250													1.5	1.3	2.3	1.6
100															1.4	1.2



## INDUSTRIA



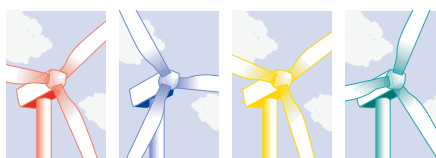
## SECTOR MARINO



## MOTORES DIESEL



## SECTOR AEOLICO



---

# AUTOMATED SYSTEMS & MACHINES

Automated Systems & Machines, S.A. de C.V.  
47 Norte 1003, Col. Valle del Rey • 72140 Puebla, Pue  
Tel: +52-222-485-0352 • Fax: +52-222-485-0297  
E-mail: [info@asm-mexico.com.mx](mailto:info@asm-mexico.com.mx) [www.asm-mexico.com.mx](http://www.asm-mexico.com.mx)

---



ADDING ENERGY

C.C. Jensen A/S  
Løvholmen 13 · 5700 Svendborg · Denmark  
Tel. +45 63 21 20 14 · Fax +45 62 22 46 15  
E-mail: [filter@cjcdk](mailto:filter@cjcdk) · [www.cjcdk](http://www.cjcdk)