

EL REFRIGERANTE

y su motor

Contenido

Prefacio	3
Cómo Funcionan los Sistemas de Enfriamiento ...	4
Función	4
Componentes y Operación	4
Temperatura del Sistema de Enfriamiento	6
Propiedades del Refrigerante	8
Contenido de Agua	8
Análisis del Agua	8
Contenido de Aditivo Refrigerante Suplementario	9
Contenido de Anticongelante	12
Efectos Funcionales	16
Erosión por Cavitación y Picaduras	17
Herrumbre	19
Relación Inapropiada de Acidez/Alcalinidad ..	20
Corrosión Galvánica y Electrolítica	20
Escamilla y Depósitos	21
Aeración	21
Fallas Relacionadas con el Refrigerante	22
Culatas Rajadas o Deformadas	22
Bloque Motor	23
Atascamiento de los Pistones	23
Bajas Temperaturas de Operación	24
Servicio y Mantenimiento Periódico	25
Limpiador de Sistemas de Enfriamiento	25
Mantenimiento Periódico	25
Localización de Problemas	26
Productos de Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento	27
Aditivo Refrigerante Suplementario	27
Elementos con Aditivo Refrigerante Suplementario	27
Anticongelante	28
Limpiador de Sistemas de Enfriamiento	28
Juego de Prueba de Aditivos Refrigerantes Suplementarios	29
Termómetro Infrarrojo	29
Adaptador de Temperatura Termopar	30
Probadores de Refrigerante y Batería	30
Bomba de Presurización de Sistemas	30
Bomba de Extracción de Muestras de Fluido ..	30
Resumen	31
Publicaciones Caterpillar Disponibles	31
Otras Publicaciones	31

Prefacio

Los fabricantes de motores diésel han aumentado las temperaturas de operación del motor para mejorar la eficiencia del mismo. Esto quiere decir que el mantenimiento apropiado del sistema de enfriamiento es particularmente importante. El recalentamiento, el enfriamiento excesivo, las picaduras, la erosión por cavitación, las culatas rajadas, el atascamiento de pistones y el taponamiento del radiador son síntomas típicos de fallas del sistema de enfriamiento.

Usted es responsable de seleccionar y mantener el refrigerante de la manera debida, ya que el refrigerante influye mucho en la vida útil de su motor. Es más, el refrigerante es tan importante como la calidad de su combustible y de su aceite lubricante.

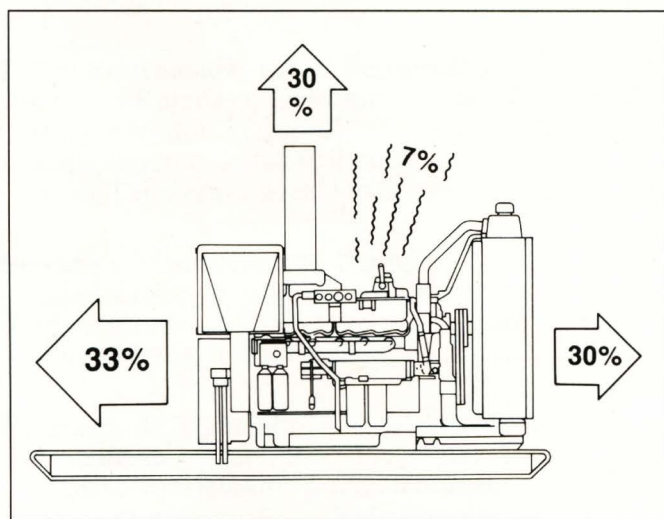
Este folleto trata del refrigerante: su composición, cómo se identifica su contaminación, sus consecuencias y algunas medidas preventivas que se pueden tomar para evitar los efectos costosos de las fallas relacionadas con el refrigerante.

Cómo Funcionan los Sistemas de Enfriamiento

El diseño y el mantenimiento apropiados del sistema de enfriamiento son sumamente importantes en lo que respecta a la operación y duración de un motor. Si se sabe cómo funciona el sistema de enfriamiento, se pueden reducir los costos de posesión y de operación.

Función

Durante la operación, todos los motores de combustión interna generan calor. Este calor se produce a causa de la combustión del combustible. La temperatura del combustible en los Motores Caterpillar puede alcanzar 1927°C (3500°F). Sin embargo, sólo un 33% de este calor total se convierte en potencia útil para el cigüeñal. Aproximadamente un 30% se descarga con el gas de escape, mientras otro 7% pasa directamente de la superficie del motor a la atmósfera. El 30% restante lo disipa el sistema de enfriamiento.



Cantidad proporcional de calor disipado del motor.

Además de disipar el calor generado por la combustión del combustible, en algunas aplicaciones el sistema de enfriamiento disipa el calor de varias otras fuentes. Otros componentes que transfieren calor al refrigerante son:

- enfriadores de aceite de la transmisión
- enfriadores de aceite hidráulico
- posenfriadores
- múltiples de escape enfriados por agua
- cajas y protectores de turbocargadores enfriados por agua
- enfriadores de aceite de transmisiones marinas
- enfriadores de convertidor de par/retardador.

Así es que el sistema de enfriamiento tiene el fin de sacar una cantidad suficiente de calor para mantener el motor funcionando a las temperaturas de operación apropiadas. Esta función es sumamente importante en la operación de un motor de combustión interna.

Componentes y Operación

Hay muchos tipos diferentes de sistemas de enfriamiento. La mayoría de ellos disipan el calor mediante el uso de un radiador. Otros tipos utilizan un enfriador de quilla, un mazo de tubos o torretas de enfriamiento para sacar el calor. En la mayoría de los sistemas de enfriamiento, sin embargo, los componentes básicos son:

- radiador
- ventilador
- refrigerante
- bomba de agua
- enfriador de aceite del motor
- regulador de temperatura del agua (termostato).

Un sistema de enfriamiento típico funciona de esta manera: dirige el flujo de refrigerante por el motor y por otros componentes para absorber el calor y luego dirige el refrigerante calentado al radiador, donde se enfría.

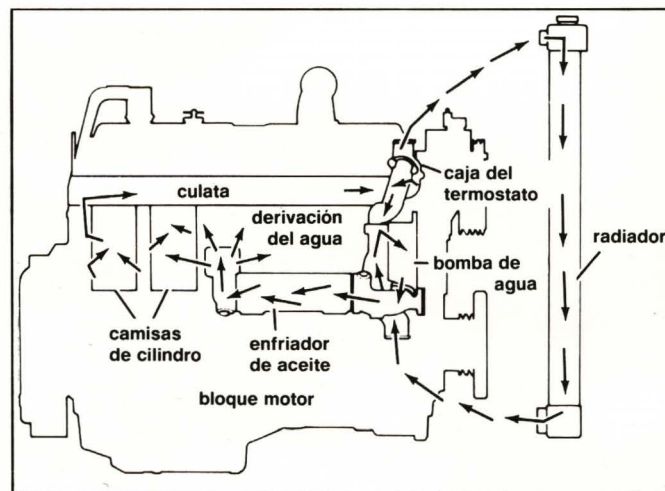


Diagrama esquemático de un sistema de enfriamiento de motor Caterpillar.

El flujo del refrigerante comienza en la bomba de agua y pasa después al motor y a otros componentes. Primero, el refrigerante fluye por el enfriador de aceite del motor y, luego, se dirige al bloque motor. Después, pasa por el bloque motor a la culata de cilindros y, después, al radiador. Finalmente, el refrigerante completa su ciclo cuando alcanza la bomba de agua, donde comienza el ciclo de nuevo.

Durante la operación normal, el ventilador expulsa o aspira el aire a través de las aletas del radiador y alrededor de los tubos que se extienden desde la parte superior a la inferior del mismo. (Algunas máquinas tienen radiadores de flujo transversal.) Cuando el motor está frío, los reguladores de temperatura impiden el paso de refrigerante al radiador. Después que aumenta la temperatura del refrigerante, los reguladores de temperatura comienzan a abrirse y permiten el paso de refrigerante al radiador. Cuánto se abre el regulador y el porcentaje de refrigerante que pasa al radiador dependen de la carga del motor y de la temperatura ambiente, así como también del desempeño del radiador. Cuando el refrigerante caliente fluye por los tubos del radiador, el movimiento del aire a través de los tubos y aletas reduce la temperatura del refrigerante.

Algunos sistemas de enfriamiento funcionan de manera un poco diferente, pero los principios básicos son los mismos. En sistemas de enfriamiento con intercambiador de calor, un tanque de expansión y un intercambiador de calor tienen el mismo propósito que el radiador. Sin embargo, en vez de transferir calor al aire, este sistema transfiere el calor del refrigerante a una fuente de agua externa. En aplicaciones marinas, un enfriador de quilla sirve de intercambiador de calor exterior y está fijado a la parte sumergida del casco del buque o forma parte integral del casco.

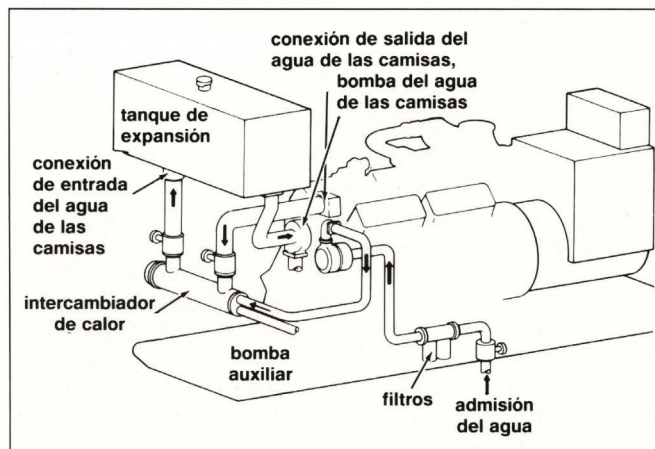


Diagrama esquemático de un sistema de enfriamiento con intercambiador de calor.

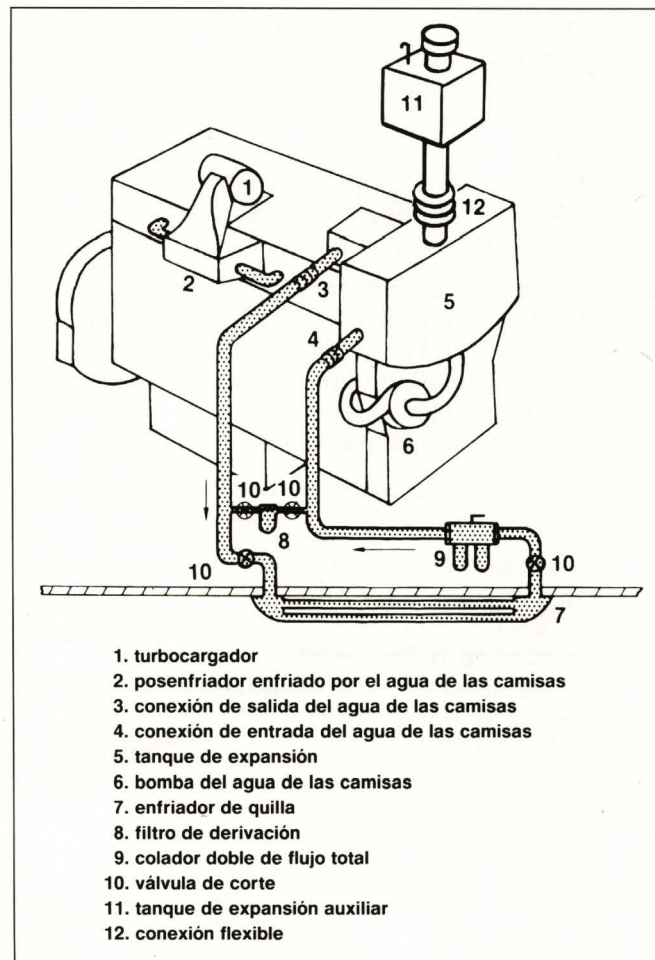


Diagrama esquemático de un sistema de enfriamiento de quilla.

Temperatura del Sistema de Enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento han sido diseñados para mantener el motor en funcionamiento dentro de una gama deseada de temperaturas. La temperatura del refrigerante debe permanecer alta para permitir que el motor funcione eficazmente. Sin embargo, la temperatura debe ser lo suficientemente baja como para impedir que hierva el refrigerante.

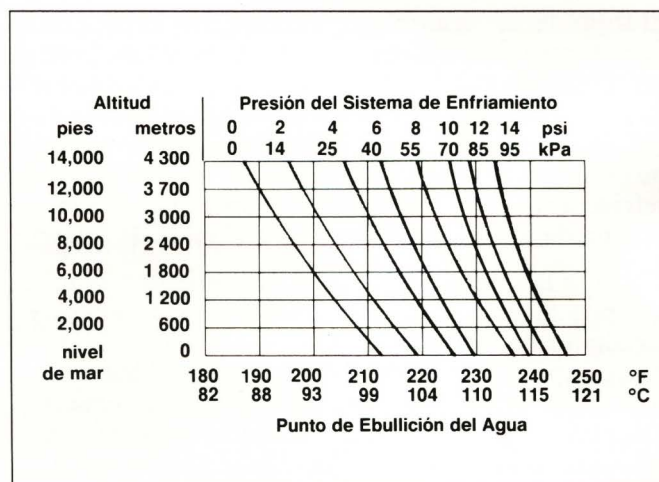
El sistema de enfriamiento regula la temperatura, transfiriendo el calor del motor al refrigerante y, después, al aire ambiente (o a una fuente de agua externa). La rapidez con que el sistema transfiere calor del refrigerante al aire afecta directamente la temperatura del sistema. Este régimen de transferencia de calor del radiador depende de diversos factores.

Uno de los factores importantes en la transferencia de calor es la diferencia entre la temperatura del refrigerante dentro del radiador y la del aire ambiente. Cuando aumenta la diferencia entre la temperatura del refrigerante y la del aire ambiente, aumenta también el régimen de la transferencia de calor. Cuando disminuye esta diferencia en temperatura, disminuye también el régimen de la transferencia de calor.

Si el refrigerante comienza a hervir o producir vapor, se descarga por la válvula de alivio de presión del radiador. Esto baja el nivel del refrigerante y conduce al recalentamiento del motor. Una vez que el radiador comienza a recalentarse, la operación continuada sólo empeora la condición.

La temperatura a la cual el refrigerante hierve depende de tres factores:

1. La presión a la cual funciona el sistema de enfriamiento
2. La altitud a la cual funciona el sistema de enfriamiento
3. La cantidad y el tipo de anticongelante en la mezcla de refrigerante.



Relación entre la presión, la temperatura y la altitud del agua (sin anticongelante).

El punto de ebullición es más alto a niveles de presión más altos. Por lo tanto, la mayoría de los sistemas de enfriamiento han sido diseñados para funcionar bajo presión. La presión máxima del sistema la controla ya sea una válvula en la tapa del radiador o la válvula de alivio de presión.

Para sistemas sin tapa de presión, el punto de ebullición es más bajo a altitudes más altas. Por ejemplo, a 1800 metros (6000 pies) por encima del nivel del mar, el agua hierve a 93°C (200°F). Pero a 3700 metros (12.000 pies), hierve a sólo 88°C (190°F).

Punto de Ebullición del Refrigerante a Diversas Concentraciones de Anticongelante	
% Concentración	Temperatura a la Cual Hierve el Refrigerante con Glicol Etilénico ¹
20	103°C (217°F)
30	104°C (219°F)
40	106°C (222°F)
50	108°C (226°F)
60*	111°C (231°F)

¹ Al nivel del mar.

* Caterpillar recomienda no exceder una concentración de 60%.

En adición a la altitud y la presión, el tipo y la cantidad de anticongelante agregado al agua también pueden cambiar el punto de ebullición del refrigerante. El punto de ebullición es más alto con concentraciones más altas de anticongelante de glicol etilénico. Sin embargo, el glicol etilénico es menos eficaz en la transferencia de calor que el agua. A causa de estos efectos sobre el punto de ebullición y sobre la eficacia de transferencia de calor, es extremadamente importante tener la concentración apropiada de glicol etilénico.

Propiedades del Refrigerante

Por lo general, una mezcla de refrigerante consta de agua mezclada con un aditivo refrigerante suplementario (llamado también “acondicionador de sistemas de enfriamiento”), o agua mezclada con aditivo refrigerante suplementario y anticongelante. El tipo de refrigerante que se selecciona influye directamente en la eficacia y la duración del sistema de enfriamiento y del motor.

Contenido de Agua

Se usa agua en la mezcla de refrigerante porque es el agente de transferencia de calor más eficiente, mejor conocido y más accesible en todo el mundo. Sin embargo, cada fuente de agua tiene diferentes niveles de contaminantes. A la temperatura de operación de los modernos motores diésel, estos contaminantes forman ácidos o escamilla que pueden reducir la vida útil del sistema de enfriamiento.

Se puede usar agua en la mezcla de refrigerante si los niveles de contaminantes no son excesivos y si se realiza el mantenimiento apropiado del sistema de enfriamiento. El agua debe cumplir con los niveles establecidos en cuanto a:

- contenido de cloruro
- contenido de sulfatos
- dureza total
- cantidad total de sólidos
- nivel pH.

Las características del agua pueden variar de un lugar a otro. Por ejemplo, un alto contenido de cloruros se encuentra, comúnmente, en las zonas costeras donde se emplean plantas de desalinación. Es posible que el contenido de cloruros sea de 90 ppm (partes por millón) en una zona determinada y de hasta 1200 ppm a una distancia de sólo 80 kilómetros. Los altos contenidos de sulfatos se encuentran, por lo general, en zonas cerca de minas de carbón. Hay que tratar químicamente cualquier fuente de agua que contenga altos niveles de cloruros, sulfatos o sólidos totalmente disueltos. La división industrial de muchas plantas de agua tienen instalaciones de tratamiento de agua.

Análisis del Agua

Para determinar las propiedades del agua de su zona, comuníquese con el organismo encargado de las aguas corrientes de su localidad o con una agencia agrícola. Hay también laboratorios independientes que pueden proveer este servicio. A continuación se indican dos de estas compañías pero hay otras que también pueden efectuar las pruebas del agua.

LOCC Corporation
905 Bayshore Drive
Coos Bay, Oregon, EUA 97420
No. de teléfono: (503) 267-4904

Nalco Chemical Co.
Naperville Technical Center
One Nalco Center
Naperville, Illinois 60566
Atención: Sample Receiving
No. de teléfono: (312) 961-9500

Características Mínimas del Agua Aceptable para Uso en Sistemas de Enfriamiento de Motor		
Características	Límites	Métodos de Prueba ASTM ¹
Cloruro (Cl), gr/gal (ppm)	2,4 (40) máx.	D512b, D512d, D4327
Sulfato (SO ₄), gr/gal (ppm)	5,9 (100) máx.	D516b, D516d, D4327
Dureza Total, gr/gal (ppm)	10 (170) máx.	D1126b
Sólidos Totales, gr/gal (ppm)	20 (340) máx.	D1888a
pH	5,5 - 9,0	D1293

¹American Society for Testing and Materials

La mayoría de los laboratorios requieren una muestra de agua de aproximadamente 250 ml (½ pinta). Puede que estos laboratorios proporcionen paquetes para enviar las muestras por correo (comuníquese con ellos para información específica). Entre las referencias utilizadas para determinar las propiedades del agua figuran pruebas de “Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater” (publicación de la American Public Health Association), y “1981 Annual Book of the American Society for Testing and Materials” (ver la pág. 31).

Caterpillar recomienda el uso de agua destilada o desionizada para reducir la severidad de la insolubilidad de los compuestos químicos. Para tratar el agua, se prefieren los métodos de filtros de lecho mixto o de ósmosis inversa.

En zonas remotas únicamente, donde no se puede obtener agua destilada, desionizada o tratada, use las siguientes pautas:

1. Nunca utilice agua salada.
2. Use agua dulce de la mejor calidad disponible. Haga hacer un análisis del agua para determinar la calidad de la misma.
3. **NUNCA UTILICE SOLO AGUA COMO UN REFRIGERANTE.** Se requiere una mezcla de agua y aditivos refrigerantes suplementarios porque el agua es corrosiva a las temperaturas de operación del motor.

Contenido de Aditivo Refrigerante Suplementario

Después de encontrar agua aceptable, hay que mezclar ésta con ya sea un aditivo refrigerante suplementario (llamado también “acondicionador de sistemas de enfriamiento”) o con un aditivo refrigerante suplementario y anticongelante.

Hay que agregar aditivos refrigerantes suplementarios a todas las mezclas de refrigerante. Sin embargo, el agregar aditivos refrigerantes a una fuente de agua de mala calidad no la convierte en agua aceptable. Los aditivos refrigerantes pueden mejorar el agua de mala calidad hasta cierto punto, pero probablemente no protejan contra la corrosión ni las picaduras. Cuando la mezcla de refrigerante tiene una concentración de sal de más de 200 ppm a causa de evaporación o la adición de agua, el refrigerante suplementario tiene poco efecto. Cuando existe esta condición, hay que drenar el sistema de enfriamiento, enjuagarlo hasta que esté limpio y luego llenarlo con refrigerante nuevo.

El Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar impide la formación de herrumbre, escamilla y depósitos de minerales. Protege todos los metales, incluso el aluminio, contra la corrosión. Además, no afecta las empaquetaduras ni las mangueras. La solución de refrigerante se puede usar con anticongelantes derivados de glicol. El aditivo suplementario Caterpillar está disponible en recipientes de cinco tamaños por medio de los distribuidores Caterpillar.



Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar.

Cantidades Disponibles de Aditivo Refrigerante Suplementario	
No. de Pieza	Tamaño
6V3542	0,25 litro (0,53 pinta)
8T1589	0,47 litro (1 pinta)
3P2044	1,00 litro (1,05 cuarto)
8C3680	18,95 litros (5 galones)
5P2907	208 litros (55 galones)

No se deben usar anticongelante y aditivo Caterpillar en motores de gasolina. En los motores de gasolina se deben usar los anticongelantes para automóviles disponibles comercialmente. Siga las recomendaciones del fabricante en cuanto al uso de cualquier aditivo suplementario y al período de cambio de refrigerante.

Si se utiliza el Anticongelante Caterpillar, no se necesitan los elementos de precarga. El Anticongelante Caterpillar tiene la cantidad necesaria de aditivos refrigerantes suplementarios para efectuar el llenado inicial (ver pág. 12). Sin embargo, aún se requieren los elementos de mantenimiento. El empleo de un elemento del tamaño inapropiado puede resultar en una concentración excesiva de aditivos.

Caterpillar ofrece también elementos con aditivo refrigerante suplementario para usar en algunas aplicaciones en vez de aditivos refrigerantes líquidos. Los elementos son de tipo seco y se disuelven en el refrigerante cuando éste pasa por el filtro. Utilice elementos de precarga durante el llenado original y otros elementos a los intervalos de mantenimiento correspondientes. Se pueden distinguir los elementos por su número de pieza o por su longitud. En aplicaciones marinas, Caterpillar recomienda el uso de aditivos refrigerantes suplementarios líquidos.

Cantidad de Aditivo Refrigerante Suplementario Necesaria para la Solución de Refrigerante Premezclada		
Capacidad del Sistema de Enfriamiento litros (gal)	Cantidad para el Llenado Inicial	Cantidad Aprox. después de 250 Horas de Servicio ¹
22-32 (6-8)	3P2044 (1 Botella)	6V3542 (1 Botella)
33-47 (9-12)	3P2044 (2 Botellas)	6V3542 (1 Botella)
48-62 (13-16)	3P2044 (2 Botellas)	8T1589 (1 Botella)
63-85 (17-22)	3P2044 (3 Botellas)	8T1589 (1 Botella)
86-115 (23-30)	3P2044 (4 Botellas)	6V3542 (3 Botellas)
116-165 (31-43)	3P2044 (5 Botellas)	3P2044 (1 Botella)
166-244 (44-64)	3P2044 (8 Botellas)	3P2044 (2 Botellas)

¹ No exceda una concentración máxima de 6%. Vea el Juego de Prueba de Aditivos Refrigerantes Suplementarios de la pág. 29.

NOTA: Para todas las otras aplicaciones de motor, durante el llenado original, use 0,47 litro (1 pinta) de aditivo refrigerante suplementario por cada 15 litros (4 gal) de capacidad del sistema de enfriamiento (una concentración del 3%).



Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario.

Para el llenado original, hay que utilizar elementos de precarga si no se utiliza Anticongelante Caterpillar. La precarga establece un nivel de protección entre un mínimo de 0,030 litro por 3,8 litros (1 oz por galón) y un máximo de 0,059 litro por 3,8 litros (2 oz por galón). Use elementos de precarga sólo para el llenado inicial o después de drenar el sistema y volver a llenarlo.

Los elementos de precarga son necesarios durante el llenado original y después de drenar y volver a llenar el sistema porque los elementos de mantenimiento no proporcionan suficiente cantidad de aditivos refrigerantes. Si el sistema de enfriamiento no tiene la concentración necesaria de aditivos refrigerantes, algunas superficies quedan protegidas contra la corrosión y las picaduras a expensas de otras.

Elementos de Aditivo Refrigerante Suplementario		
Capacidad del Sistema de Enfriamiento litros (gal)	Elemento de Precarga para el Llenado Inicial ¹	Elemento de Mantenimiento para el Llenado después de 250 Horas de Servicio
22-32 (6-8)	9N6123 (1)	9N3368 (1)
33-47 (9-12)	9N6123 (1)	9N3718 (1)
	*7E6013 (1)	*7E6014 (1)
48-62 (13-16)	9N3366 (1)	9N3368 (1)
63-85 (17-22)	9N3367 (1)	9N3368 (1)
86-115 (23-30)	9N3367 (1)	9N3718 (1)
116-165 (31-43)	9N3367 (2)	9N3368 (2)
ó		
116-165 (31-43)	9N3367 (1)	9N6123 (1)
166-244 (44-64)	9N3367 (2)	9N3718 (2)

¹ Si se utiliza Anticongelante Caterpillar, no se requieren elementos de precarga.

* Los Elementos de Aditivo Refrigerante Suplementario 7E6013 y 7E6014 tienen silicatos que protegen a los motores con un mayor contenido de aluminio.

NOTA: Se requiere un Conjunto de Base 9N3668 para todas las capacidades indicadas, con la excepción de las de 116-165 litros (31-43 gal) y 166-244 litros (44-64 gal), que requieren dos. Además, todas las capacidades requieren el uso de dos Válvulas 9N3666.

Durante el llenado original del sistema de enfriamiento se debe tener una concentración del 3 al 6% de aditivo refrigerante suplementario líquido. Esta concentración inicial de aditivo es muy importante. Si la concentración del aditivo es demasiado alta, se pueden formar sales insolubles que pueden producir desgaste en las superficies de los sellos de la bomba de agua. Un exceso de aditivo refrigerante o de anticongelante puede resultar también en daños del motor.

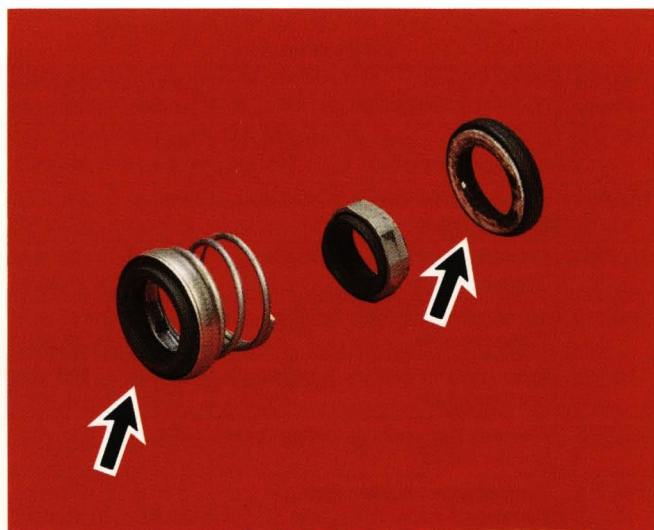
NOTA: Los motores con mayor contenido de aluminio requieren silicatos para proteger las superficies de aluminio. El aditivo refrigerante suplementario utilizado en los motores debe someterse a las siguientes pruebas:

ASTM D1384 – Prueba de corrosión de vidrio

ASTM D2809 – Erosión por cavitación del aluminio

ASTM D4340 – Corrosión de superficie caliente del aluminio

Además, hay que controlar las picaduras y la erosión por cavitación del bloque y de la camisa del cilindro de hierro fundido.



El deterioro de este sello de bomba de agua fue acelerado por aditivos precipitados. Este deterioro es resultado de concentraciones excesivas de anticongelante o aditivos.

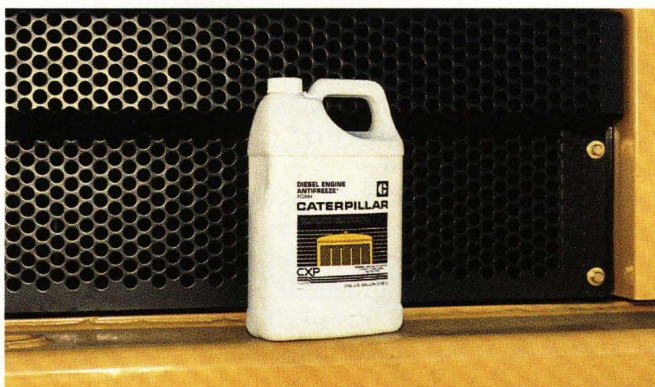
Caterpillar ofrece un Juego de Prueba de Aditivos Refrigerantes (ver la pág. 29). Esta prueba es un método sencillo y preciso de determinar la concentración de nitritos en los aditivos refrigerantes y del glicol etilénico en la mezcla de refrigerante. Hay también muchos otros procedimientos disponibles comercialmente para determinar las concentraciones de aditivos refrigerantes suplementarios.

Con el tiempo, se reduce la concentración de aditivos refrigerantes. Esto ocurre porque los aditivos se desintegran al cubrir las superficies metálicas y al neutralizar continuamente los ácidos producidos en el sistema. Por lo tanto, para mantener una protección constante, es necesario restablecer la concentración de aditivos. Agregue 0,5 litro (1 pinta) de aditivo por cada 75,8 litros (20 gal E.U.A.) de refrigerante a los intervalos recomendados, o a intervalos de 16.000 a 19.000 kilómetros (10.000 a 12.000 millas), o a intervalos de 250 horas del medidor de servicio. Siga las instrucciones indicadas en el recipiente para tener la concentración apropiada de aditivos. (Ver pág. 25, “Mantenimiento Periódico”).

Elementos Caterpillar con Aditivo Refrigerante Suplementario			
No. de Pieza	Descripción	Cant. de Aditivo	Largo del Elemento
9N3366	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	453 g (16 oz)	175 mm (6,9")
9N3367	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	906 g (32 oz)	201 mm (7,9")
9N3368	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	113 g (4 oz)	133 mm (5,25")
9N3718	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	226 g (8 oz)	175 mm (6,9")
9N6123	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	340 g (12 oz)	175 mm (6,9")
7E6013	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	340 g (12 oz)	175 mm (6,9")
7E6014	Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario	226 g (8 oz)	175 mm (6,9")

NOTA: No se debe usar aceite soluble como un aditivo refrigerante suplementario en los Motores Caterpillar porque dañará las mangueras del radiador y ciertos sellos de motor. Además, este aceite no lubrica los cojinetes de las bombas ni protege los componentes del motor contra daños de erosión por cavitación.

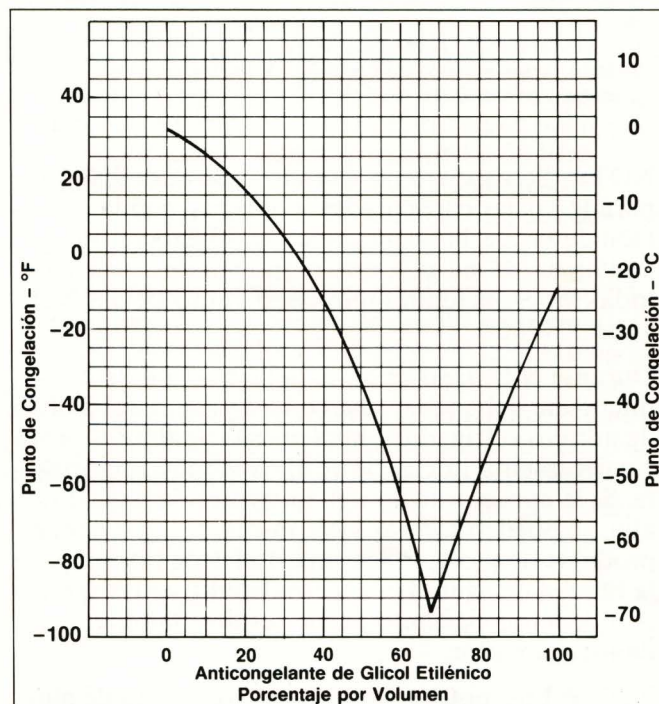
Contenido de Anticongelante



Anticongelante Caterpillar.

Uno de los propósitos del anticongelante es proteger el refrigerante del motor contra el congelamiento. El agente utilizado con más frecuencia como anticongelante es el glicol etilénico. Las concentraciones relativas de glicol etilénico y agua son sumamente importantes para determinar la cantidad de protección anticongelante de una mezcla determinada.

Además, el anticongelante eleva el punto de ebullición del agua e impide la cavitación de la bomba de agua. Todos los motores Caterpillar con posesfriamiento de aire a aire requieren una concentración mínima del 30% de anticongelante para evitar la cavitación de la bomba de agua.



Curva de puntos de congelación para una solución típica de glicol etilénico.

Motores Diesel Caterpillar¹
Tabla de Protección Anticongelante
(°F)

		Galones o Cuartos de Galón de Anticongelante Concentrado																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Capacidad del Sistema de Enfriamiento (galones o cuartos)	6	5	-34																	
	7		-18	-54																
	8		-7	-34																
	9		0	-20	-47															
	10		5	-12	-34	-62														
	11			-5	-22	-44														
	12			0	-16	-34	-56													
	13			3	-8	-24	-44													
	14				-5	-18	-34	-53												
	15				0	-13	-26	-42	-62											
	16				3	-7	-20	-34	-50											
	17					-3	-14	-26	-42	-59										
	18					0	-10	-20	-34	-47										
	19					3	-7	-16	-26	-39	-56									
	20					5	-3	-12	-22	-34	-47	-62								
	21						0	-8	-18	-26	-39	-53								
	22						2	-5	-14	-22	-34	-44	-59							
	23						5	-3	-10	-18	-28	-39	-50							
	24							0	-17	-16	-24	-34	-44	-56						
	25							2	-5	-12	-20	-28	-39	-50	-62					
26							3	-1	-8	-16	-24	-34	-44	-56						
27								0	-7	-14	-20	-28	-39	-47	-59					
28								2	-5	-10	-18	-24	-34	-42	-53					
29								3	-1	-8	-14	-22	-28	-39	-47	-59				
30								5	0	-7	-12	-18	-26	-34	-42	-53	-62			
31									2	-3	-10	-16	-22	-28	-39	-47	-56			
32									3	-1	-7	-14	-20	-26	-34	-42	-50	-59		

Desde principios de los años 70, cuando se inició el uso de glicol etilénico, se agregaban inhibidores para ayudar a evitar la corrosión de los componentes del motor. Este tipo de refrigerante tuvo mucho éxito hasta fines de los años 70 y principios de los 80. Durante ese período, la industria automotriz comenzó a lanzar diversos programas de reducción de peso y de costos que dejaron expuestos al sistema de enfriamiento algunos componentes importantes, tales como los bloques y las culatas. Debido a este cambio del material de los componentes, la industria desarrolló un anticongelante para proteger los componentes de aluminio. Este nuevo anticongelante resultó en cantidades mucho mayores de sólidos químicos disueltos que en el caso de los anticongelantes anteriores.

Desgraciadamente, al mezclar este nuevo anticongelante con aditivos refrigerantes suplementarios, según se recomendaba para efectuar el mantenimiento, el resultado fue un exceso de concentración de inhibidores en el sistema de enfriamiento. Cuando hay una concentración excesiva, los inhibidores pueden separarse de la solución. Este exceso de concentración puede producir los siguientes problemas en los sistemas de enfriamiento:

- transferencia de calor reducida, resultado de depósitos y precipitados de compuestos químicos y de gel de sílice.
- fugas prematuras por los sellos de las bombas de agua, producidas por precipitados y depósitos de compuestos químicos en la superficie del sello.

Motores Diesel Caterpillar¹
Tabla de Protección Anticongelante
(°C)

		Galones o Cuartos de Galón de Anticongelante Concentrado																		
Capacidad del Sistema de Enfriamiento (galones o cuartos)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
		-15	-37																	
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				

¹También se puede usar en motores de gas natural

NOTA: Para un sistema de enfriamiento más grande que los indicados, determine los litros de anticongelante necesarios para un sistema que tenga la mitad de la capacidad del sistema de su máquina y doble esa cantidad de litros.

A menudo, se atribuyen estos problemas a los silicatos y al gel de sílice, pero el problema principal es el exceso de concentración – no sólo de silicatos sino también de todos los aditivos químicos utilizados como inhibidores. Para corregir este problema, hay que reducir la cantidad de todos los aditivos en el sistema de enfriamiento. Para lograr un desempeño aceptable, se recomienda hacer lo siguiente:

- Si se va a usar un anticongelante disponible comercialmente, use uno con bajo contenido de silicatos que cumple con la especificación GM6038M.
- Siga las recomendaciones del fabricante respecto al empleo de inhibidores suplementarios. Nunca use juntos inhibidores líquidos y sólidos (elementos de filtro de agua enroscables) Caterpillar.
- Si se va a usar un aditivo refrigerante suplementario que no sea de Caterpillar, siga la recomendación del proveedor en cuanto a la evaluación de pruebas y tratamiento. No mezcle aditivos anticorrosivos dentro de un sistema de enfriamiento; seleccione un solo aditivo y úselo exclusivamente.
- Use sólo el anticongelante suficiente para cumplir los requisitos de protección contra el congelamiento. Nunca utilice más del 60% por volumen.
- Nunca use anticongelante sin diluir para llenar el sistema. Mezcle de antemano el anticongelante con el agua para proporcionar la misma protección anticongelante que ya está presente en el sistema de enfriamiento.
- Use agua que cumple por lo menos con el nivel de calidad mínima aceptable (ver la pág. 8).

Concentraciones de Anticongelante y Protección Correspondiente ¹	
Protección hasta:	Concentración
-15°C (5°F)	30% anticongelante, 70% agua
-24°C (-12°F)	40% anticongelante, 60% agua
-37°C (-34°F)	50% anticongelante, 50% agua
-52°C (-62°F)	60% anticongelante, 40% agua

¹ Anticongelante a base de glicol etilénico.



Enfriador de aceite averiado, con depósitos residuales producidos por concentración excesiva de anticongelante en la mezcla de refrigerante y por obstrucciones del flujo de refrigerante en los tubos de enfriamiento.

Para combatir el problema de exceso de concentración de inhibidores en el refrigerante, Caterpillar ha lanzado al mercado un anticongelante para usar en todo tipo de motores diésel de servicio riguroso. Este anticongelante se formuló específicamente para resolver problemas de enfriamiento resultantes de concentraciones excesivas de inhibidores.

La combinación de Anticongelante Caterpillar y Aditivo de Refrigerante Suplementario es un sistema químico diseñado para optimizar el desempeño de su máquina. El Anticongelante Caterpillar tiene de base el glicol etilénico, el cual protege contra el congelamiento. Consta de agentes antiespumantes y tiene el nivel de protección adecuado contra corrosión de metales. Proporciona suficiente protección para impedir la corrosión de todas las piezas de aluminio en los motores diésel, pero no tanto que los compuestos químicos se separen de la solución y formen depósitos dañinos.

El Anticongelante Caterpillar tiene incorporada también protección contra picaduras de las camisas de cilindro y del bloque motor. Con esta protección, no se requiere acondicionador refrigerante durante el llenado inicial con Anticongelante Caterpillar. Basta agregar acondicionador después de las primeras 250 horas de servicio y a intervalos de 250 horas, de ser necesario.

El Anticongelante Caterpillar viene en recipientes de 3,8 litros (1 gal) (No. de Pieza 8C3684) y en tambores de 208,5 litros (55 gal) (No. de Pieza 8C3686).

Glicol propilénico

Debido a la escasez de glicol etilénico y el precio aumentado del mismo, se puede usar en su lugar, el glicol propilénico según las condiciones. Con una mezcla de 50/50 con agua, tanto el glicol propilénico como el glicol etilénico tienen propiedades de fluido muy similares con respecto a la transferencia del calor, protección anticongelante, control de corrosión y correspondencia con sellos.

Si se selecciona glicol propilénico para el sistema de enfriamiento, se recomienda lo siguiente:

1. Uselo de la misma manera que utilizaría anticongelantes derivados de glicol etilénico.
2. No lo use en concentraciones mayores que una mezcla de 50% de glicol propilénico y 50% de agua a causa de la menor conductividad del glicol propilénico puro.
3. Use inhibidor de corrosión suplementario Caterpillar o uno equivalente para proteger los componentes del sistema de enfriamiento. Se puede utilizar el juego de prueba Caterpillar para determinar la concentración del inhibidor Caterpillar en el sistema.
4. Hay que medir la protección anticongelante del glicol propilénico usando un medidor de refracción (probadores Cat 5P0957 ó 5P3514). El probador de tipo hidrómetro no sirve para evaluar mezclas de glicol propilénico.
5. Aunque se pueda mezclar el glicol etilénico con el propilénico, es mejor mantener el sistema con un solo fluido para evaluar las propiedades del fluido.

Efectos Funcionales

Si no se selecciona el refrigerante adecuado y no se lo mantiene minuciosamente, ciertos efectos funcionales pueden causar problemas en el sistema de enfriamiento. Hay que preparar las mezclas de refrigerante de manera tal que reduzcan el riesgo de que se produzcan los siguientes problemas:

- erosión por cavitación y picaduras
- herrumbre
- relación inapropiada de acidez/alcalinidad
- corrosión galvánica y electrolítica
- escamilla y depósitos
- aeración.

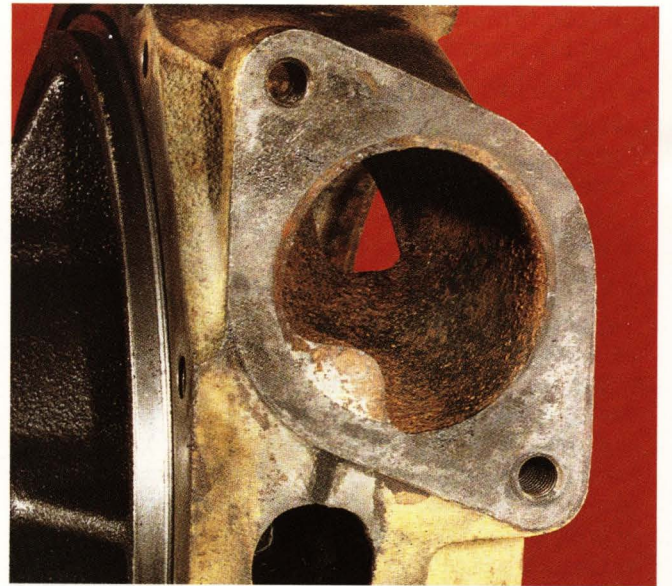
El uso de agua aceptable y de los aditivos apropiados evita estos efectos funcionales.



Corrosión dañina en una cámara de precombustión, causada por la falta de aditivo refrigerante suplementario en el sistema de enfriamiento.



Se produjeron depósitos de herrumbre y escamilla porque no se agregó aditivo refrigerante suplementario. Resultado: la falla de los reguladores de temperatura.



Corrosión de un pasaje de la bomba de agua, causada por la falta de aditivo refrigerante suplementario en el sistema de enfriamiento.

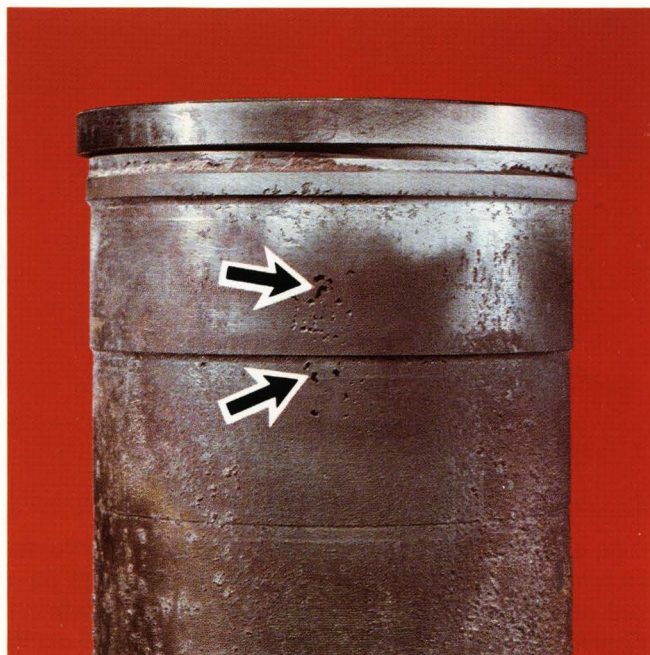
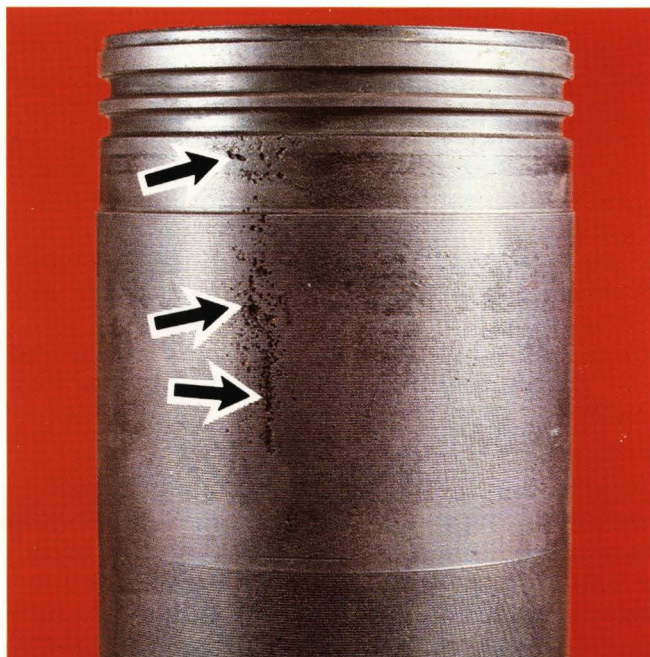
La corrosión es una acción química o electroquímica que, con el tiempo, desgasta las superficies metálicas de un sistema de enfriamiento. En algunos casos, la corrosión puede hasta destruir el motor. Todos los componentes del sistema de enfriamiento requieren protección contra la corrosión. Se utilizan aditivos refrigerantes suplementarios para proteger las superficies metálicas. Los aditivos cubren estas superficies y neutralizan la contaminación que se produce en el refrigerante.

Entre los tipos de corrosión figuran: erosión por cavitación y picaduras, herrumbre, relación inapropiada de acidez/alcalinidad y corrosión galvánica y electrolítica. Otros efectos funcionales son la aeración y la formación de escamilla y depósitos.

Erosión por Cavitación y Picaduras

El flujo de electricidad en un punto determinado causa picaduras. Las picaduras dañan los componentes más que ningún otro tipo de corrosión. Cuando las picaduras se van ahondando durante un período prolongado, no hay ninguna manera práctica de detenerlas antes de que den lugar a perforaciones. Como un solo amperio de electricidad que fluye durante treinta horas puede eliminar una onza de hierro, el flujo de electricidad que se concentra en una área pequeña es muy destructivo. Por esta razón, la prevención es la mejor práctica.

La erosión es una combinación de acción mecánica y química o electroquímica que produce corrosión. La cavitación es un tipo particular de corrosión por erosión y es, frecuentemente, la causa de picaduras en las paredes de los cilindros.



Ejemplos de erosión por cavitación de la pared del cilindro.

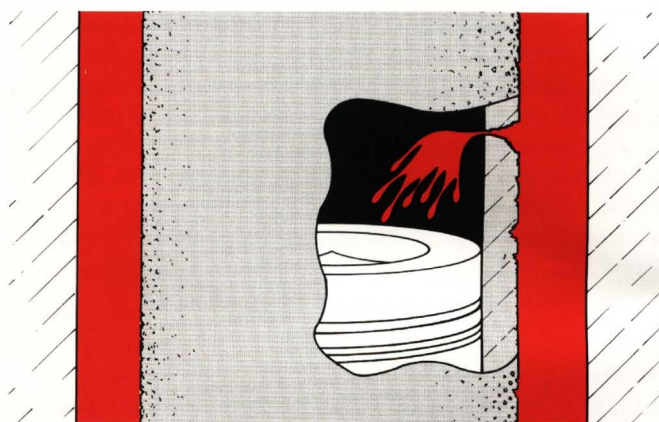
La cavitación de la pared del cilindro se produce cuando burbujas de aire en la superficie de la misma le sacan su película protectora de óxido. Cuando explota la mezcla de combustible en la cámara de combustión, la pared del cilindro se flexiona y vibra, lo cual produce burbujas de aire en el refrigerante. La concentración de burbujas aumenta cuando la presión está baja en el sistema de enfriamiento o cuando éste tiene fugas. Además, al aumentar las vibraciones, se aumenta también la cantidad de burbujas de aire en el refrigerante. Cuando el motor funciona en frío, se aumentan las vibraciones a causa del mayor espacio libre entre pistón y cilindro. Las vibraciones aumentan también cuando el motor se sobrecarga.

Estas burbujas se producen en la superficie exterior de la pared del cilindro (perpendicular con respecto al pasador de articulación) y luego explotan hacia adentro, o implotan. Cuando las burbujas de aire siguen experimentando implosiones, se suelta suficiente energía para atacar físicamente la pared del cilindro y sacar la película de óxido, lo cual produce corrosión y picaduras con gran rapidez.



Efectos acumulativos de la cavitación y de las picaduras en la pared del cilindro.

Con el tiempo, una picadura se puede volver lo suficientemente profunda como para perforar la pared del cilindro y permitir fugas de refrigerante dentro del mismo. Estas fugas contaminan el aceite lubricante.



Con el tiempo, una picadura puede penetrar la pared del cilindro y permitir fugas de refrigerante en el mismo.

Los aditivos refrigerantes suplementarios cubren las superficies metálicas y controlan la erosión por cavitación y las picaduras. Desafortunadamente, partículas pequeñas o escamillas de hierro a menudo impiden que el aditivo haga contacto con las superficies metálicas. Si esta condición persiste, se pueden producir picaduras. Para evitar picaduras, mantenga limpio el sistema de enfriamiento y reponga regularmente los aditivos refrigerantes. No obstante, si los aditivos refrigerantes no se agregan a los intervalos apropiados o si se agregan en cantidades inadecuadas (ver la pág. 9), se acrecienta la producción de picaduras y erosión por cavitación. Con el tiempo, el refrigerante puede penetrar en la pared del cilindro y causar daños mayores al motor.

El uso de Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar impide la formación de picaduras.



Sistema de enfriamiento corroído a causa de protección inadecuada durante pruebas en el laboratorio.



Depósitos de herrumbre en la superficie exterior de la pared del cilindro.



Corrosión/erosión del aluminio. Se muestra el adaptador de la bomba de agua del 3406 (4W4774).

Herrumbre

La herrumbre es resultado de la oxidación dentro del sistema de enfriamiento. El calor y el aire húmedo aceleran este proceso. La herrumbre deja depósitos de escamilla que pueden obstruir el sistema de enfriamiento, lo cual causa desgaste acelerado y reduce la eficacia de la transferencia de calor.

El uso del Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar impide que se produzca herrumbre en los pasajes del sistema de enfriamiento.

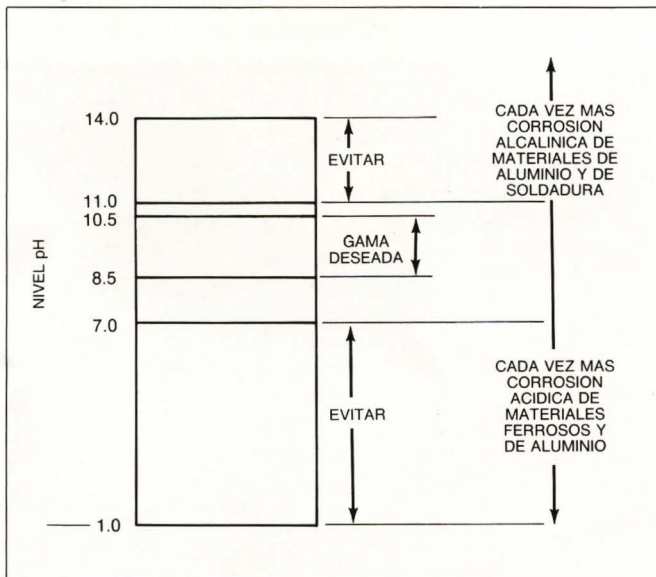


Herrumbre dentro de la bomba de agua.

Relación Inapropiada de Acidez/Alcalinidad

El contenido de acidez y alcalinidad de una mezcla de refrigerante se mide según su nivel pH. El nivel pH, que puede variar entre 1 y 14, indica el grado de acidez o de alcalinidad y el grado de corrosividad del refrigerante. Para lograr los mejores resultados, el nivel pH del sistema debe mantenerse entre 8,5 y 10,5. Cuando el nivel pH supera 11,0, el refrigerante ataca el aluminio y el cobre, o los materiales no ferrosos. Cuando el nivel es inferior a 7,0, el refrigerante se torna ácido y daña los materiales ferrosos. Cuando el nivel es inferior a 7,0 o superior a 11,0, la mezcla de refrigerante no es adecuada. La menor corrosión ocurre entre 8,5 y 10,0.

La temperatura afecta el nivel pH. A temperaturas mayores, el pH es, por lo general, menor.



Escala pH para mezclas de refrigerante.

Los aditivos refrigerantes suplementarios utilizados en la mezcla de refrigerante deben tener agentes amortiguadores para mantener el nivel pH y neutralizar los ácidos producidos por los gases de escape del cárter.

Corrosión Galvánica y Electrolítica

Las corrientes eléctricas que fluyen por el refrigerante entre dos metales diferentes causan la corrosión galvánica. El refrigerante sirve de conductor eléctrico entre los metales. Una fuerza electromotriz o un voltaje potencial que existe entre los dos metales diferentes permite el flujo de electricidad. La corrosión galvánica ocurre en el metal que tenga la menor resistencia.

En aplicaciones marinas, donde el agua de mar tiene gran capacidad de conducción, se colocan materiales de desgaste (varillas) en los pasajes del agua de mar que absorben el flujo de electricidad. Típicamente, este material de desgaste es ya sea de magnesio o de zinc. Hay que inspeccionar las varillas regularmente y reemplazarlas cuando es necesario. Caterpillar recomienda inspeccionar las varillas cada 50 horas hasta que se establezca un régimen de desgaste.

Si se produce corrosión galvánica en aplicaciones en camiones, de movimiento de tierras y otras que no sean marinas, inmediatamente drene, enjuague y vuelva a llenar la mezcla de refrigerante. Hay que determinar el origen del voltaje para impedir la corrosión continua de los componentes.

La corrosión puede ocurrir también cuando la electricidad que pasa por el refrigerante proviene de una fuente externa. Para evitar esta corrosión electrolítica, se deben diseñar los sistemas eléctricos de manera que no se imponga ningún potencial eléctrico sobre los componentes del sistema de enfriamiento. Cualquiera que sea la calidad de la mezcla de refrigerante, la presencia de un potencial eléctrico puede dañar, por corrosión electrolítica, los materiales del sistema de enfriamiento. Se debe verificar el estado de las conexiones a masa con un voltiohmímetro. Típicamente, la resistencia medida entre un componente eléctrico en el motor y el negativo de la batería debe ser menos de 0,3 ohmios. Todas las conexiones a masa deben ser firmes y estar libres de corrosión.

Las piezas de aluminio son susceptibles a la corrosión electrolítica. El aluminio requiere sólo aproximadamente la mitad del potencial eléctrico que el hierro para producir el mismo efecto dañino. Con los componentes de aluminio de los motores más nuevos, hay que tomar aún más cuidado para asegurar una conexión a masa apropiada para evitar diferencias de potencial eléctrico.

Es extremadamente difícil localizar estos tipos de corrosión. Hay que hallar la fuente de la corriente eléctrica. Muchos problemas son resultado de una conexión a masa inadecuada de los componentes eléctricos o conexiones corroídas en las correas de conexión a masa.

Escamilla y Depósitos

Las características principales del agua – entre las cuales figuran el nivel pH, la dureza del calcio y del magnesio, la dureza total y la temperatura – determinan la formación de depósitos y de escamilla. El uso de aditivo refrigerante suplementario es un factor importante en la formación de escamilla y de depósitos. A continuación se indican los tipos de escamilla que se encuentran frecuentemente en el sistema de enfriamiento:

- carbonato de calcio
- sulfato de calcio
- hierro
- cobre
- sílice
- plomo.

La escamilla y los depósitos producen daños en el sistema de enfriamiento porque actúan como aisladores y barreras contra la transferencia del calor. Por lo tanto, los depósitos y la escamilla reducen la eficacia del sistema de enfriamiento. Apenas 1,6 mm ($\frac{1}{16}$ ") de escamilla tiene la misma capacidad aislante que aproximadamente 101 mm (4") de hierro fundido. Este depósito delgado de escamilla puede reducir la transferencia de calor en un 40%. En muchos casos, esto resulta en daños severos del motor.

Es imposible eliminar todas las propiedades indeseables del agua. Sin embargo, se debe pretratar el agua para cumplir con las especificaciones del fabricante del sistema de enfriamiento. (Ver pág. 8.)

Utilizado en la concentración apropiada, el Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar ayuda a impedir la formación de escamilla y depósitos.

Aeración

Fugas de aire en el sistema de enfriamiento a menudo resultan en la producción de espuma en el refrigerante. La espuma conduce a picaduras, particularmente alrededor de rodets de bombas de agua. Las picaduras y la corrosión aumentan notablemente cuando entran en el sistema de enfriamiento gases de escape, introduciendo burbujas y espuma.

Para evitar estos problemas, se deben agregar aditivos supresores de espuma a la mezcla de refrigerante. El Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar tiene agentes antiespumantes que impiden la formación de burbujas de aire.



Rodete de una bomba de agua con depósitos de herrumbre resultantes de la falta de aditivo refrigerante suplementario.

Fallas Relacionadas con el Refrigerante

Debido a la función fundamental que tiene el sistema de enfriamiento en regular la temperatura, problemas relacionados con el refrigerante, tales como la corrosión o la aeración, pueden conducir a la falla del motor. Las temperaturas excesivamente altas o bajas conducen a la falla del motor. A menudo, el recalentamiento produce grietas en las culatas y los bloques de motor y atascamiento de los pistones. Las temperaturas de operación excesivamente bajas conducen a otros problemas, tales como la formación de sedimento y la acumulación de carbón.

El recalentamiento puede provenir de muchas fuentes diferentes:

- bajo nivel de refrigerante
- radiador taponado
- mangueras rotas o con fugas de refrigerante
- correas de ventilador flojas
- carga excesiva en el motor
- fallas del regulador de temperatura de agua o de la bomba de agua
- restricción del flujo de aire de admisión o del de escape
- motor que funciona sin regulador de temperatura
- sistema de enfriamiento (intercambiador de calor, enfriador o radiador) defectuoso o demasiado pequeño.

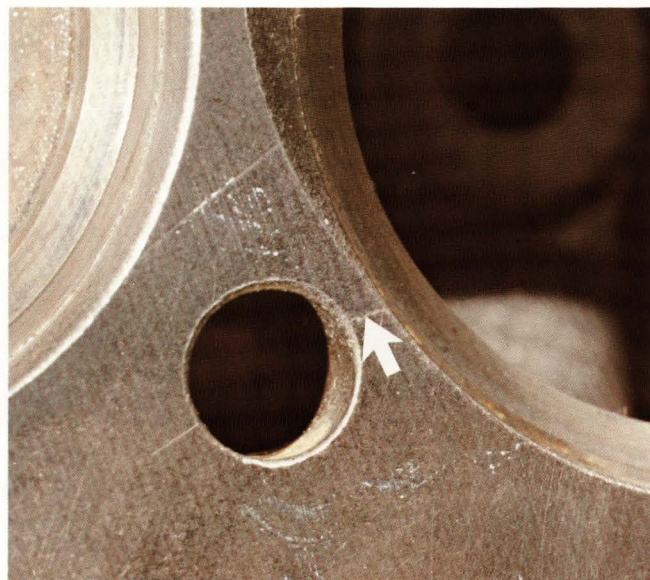
Muchas de las causas citadas están relacionadas con el refrigerante. Algunos ejemplos de fallas relacionadas con el refrigerante son: culatas rajadas o deformadas, bloques de motor dañados, pistones atascados y bajas temperaturas de operación.

Culatas Rajadas o Deformadas

Cuando se recalienta el motor, se aumentan los esfuerzos de tensión en la culata, lo cual puede resultar en una culata deformada o rajada.



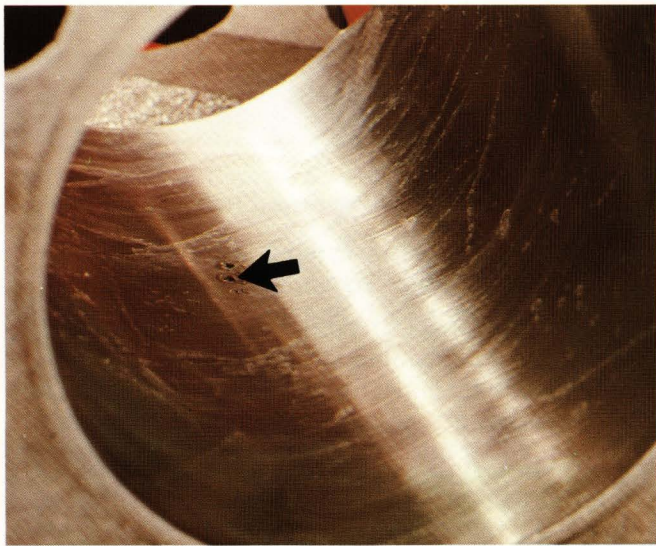
El recalentamiento relacionado con el refrigerante produjo esta grieta en la culata cerca del agujero para el inyector.



Este primer plano muestra que la grieta se ha extendido hacia la superficie del asiento de la válvula.

Bloque Motor

El bloque motor es otro lugar potencialmente vulnerable. La erosión por cavitación y las picaduras excesivas del pasaje de agua alrededor del cilindro pueden producir agujeros en la pared del cilindro. A menudo, las picaduras y la erosión por cavitación son resultado del mantenimiento inapropiado del sistema de enfriamiento y se pueden evitar si se agrega al sistema de enfriamiento, a los intervalos apropiados, el Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar.



Agujeros en la pared del cilindro del bloque de un Motor 3208 producidos por picaduras y erosión por cavitación.

Atascamiento de los Pistones

Otro resultado común del recalentamiento son pistones dañados. Normalmente, algunos de los pistones sufren daños por atascamiento (raspado), aunque los faldones de los pistones restantes se vean pulidos o normales. Por lo general, los daños más severos se producen en los pistones de uno o más de los cilindros traseros.



Este motor de inyección directa tiene pistones dañados por causa del enfriamiento inadecuado de las camisas de cilindro. Como muestra el pistón central, el atascamiento frecuentemente comienza alrededor del faldón mientras el resalto superior queda sin daños. El faldón del pistón a la derecha muestra aún más desgaste.

En los motores de inyección directa, la mayoría de los daños por atascamiento causados por el enfriamiento inadecuado de los cilindros comienzan, comúnmente, en el faldón del pistón. En cambio, en los motores con sistemas de precombustión, el atascamiento frecuentemente comienza en el resalto superior.

Bajas Temperaturas de Operación

El exceso de enfriamiento puede dañar un motor al igual que el recalentamiento. La temperatura de operación apropiada influye grandemente en el desempeño del motor. El motor debe alcanzar su temperatura de operación correspondiente para funcionar eficazmente y evitar fallas.

La operación continua del motor a bajas temperaturas puede resultar en la formación de sedimento en el cárter. El sedimento puede causar el atascamiento de los levantaválvulas y vástagos y de los pistones y anillos de pistón. Además, al usar combustibles con alto contenido de azufre, el ácido sulfúrico puede producirse más fácilmente y acelerar la corrosión.

Las bajas temperaturas de operación pueden conducir también a la acumulación de carbón, la cual es resultado de un exceso de lubricación o de operación del motor en frío. Las temperaturas de operación apropiadas reducen la formación de depósitos de carbón en las válvulas.



Acumulación excesiva de carbón en una válvula de admisión. La acumulación de carbón puede ser resultado de la operación del motor a temperaturas frías.

Todos los motores Caterpillar están equipados con termostatos que regulan la temperatura. Los termostatos pueden variar según la aplicación del motor. Asegúrese que se haya instalado el termostato recomendado y que éste funcione de la manera debida.

Servicio y Mantenimiento Periódico

Limpiador de Sistemas de Enfriamiento

Para que el Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar sea eficaz, el sistema de enfriamiento debe estar libre de herrumbre, escamilla y otros depósitos. La limpieza preventiva evita el tiempo improductivo causado por tener que efectuar costosos procesos de limpieza especiales en un sistema de enfriamiento muy sucio y descuidado.

Los Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar:

- Disuelven o reducen la formación de depósitos de minerales, la corrosión, el sedimento y la contaminación ligera del aceite.
- Limpian el motor que todavía está en buen estado.
- Reducen el tiempo inactivo de la máquina y los costos de limpieza.
- Evitan las reparaciones costosas de picaduras y otros problemas internos causados por el mantenimiento inadecuado del sistema de enfriamiento.
- Se pueden usar con anticongelante derivado de glicol.

Los Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar han sido diseñados para sacar la escamilla y la corrosión dañinas sin acortar el tiempo activo del motor. Los limpiadores se pueden usar en todos los motores Cat y en los sistemas de enfriamiento de otros fabricantes, cualquiera que sea la aplicación. Este solvente suave **NO** se debe usar en sistemas que se hayan descuidado o que tengan mucha escamilla. Tales sistemas requieren el uso de un solvente comercial más potente que se puede conseguir por medio de distribuidores locales.

Para lograr los mejores resultados, agregue 1,9 litros (0,5 gal) de limpiador por cada 30,3 litros (8 gal) de capacidad del sistema de enfriamiento. Siga las instrucciones indicadas en la etiqueta para usar el limpiador de la manera debida.

Mantenimiento Periódico

El mantenimiento periódico es necesario para que el sistema de enfriamiento funcione eficazmente. Los procedimientos de mantenimiento que se indican a continuación prolongan la duración tanto del sistema de enfriamiento como del motor.

NOTA: Estas son recomendaciones generales. Consulte la guía del propietario del motor para enterarse de requisitos específicos.

ADVERTENCIA

Para evitar quemaduras, inspeccione el sistema sólo cuando el refrigerante está frío.

LLENADO INICIAL

1. Use el agua, el aditivo refrigerante suplementario y el anticongelante apropiados.
2. Antes de llenar el sistema de enfriamiento, cierre todos los tapones de drenaje.
3. Siempre mezcle de antemano el agua, el aditivo refrigerante suplementario y el anticongelante antes de agregar la mezcla al sistema de enfriamiento.
4. Llene el sistema de enfriamiento a un régimen máximo de 19 litros (5 gal) por minuto. Esto impide la formación de burbujas de aire, las cuales pueden resultar en un llenado parcial y causar vapor perjudicial.
5. Después de llenar el sistema de enfriamiento, haga funcionar el motor durante varios minutos con la tapa del radiador sacada. Luego, instale la tapa y haga funcionar el motor a velocidad baja en vacío hasta que se caliente el refrigerante.
6. Inspeccione el nivel del refrigerante en el tanque superior. Agregue refrigerante, de ser necesario, e instale la tapa del radiador. Examine todos los componentes del sistema de enfriamiento para ver si hay fugas. Si no hay fugas, el motor está listo para trabajar.

COMPROBACION DIARIA O CADA 10 HORAS

1. Inspeccione el nivel del refrigerante en el tanque superior.
2. Saque cualquier basura o tierra de la superficie exterior del radiador (y de entre los módulos de los radiadores de módulos en zigzag).

INTERVALOS DE 50 HORAS

1. Dé servicio también a todos los componentes cuyos intervalos de servicio sean menores de 50 horas.
2. Inspeccione las varillas de zinc o de magnesio (si las tiene).

COMPROBACION MENSUAL O CADA 250 HORAS

1. Dé servicio también a todos los componentes cuyos intervalos de servicio sean menores de 250 horas.
2. Inspeccione el estado y la tensión de todas las correas del ventilador. De ser necesario, ajústelas o reemplácelas.
3. Agregue aditivo refrigerante suplementario o cambie los elementos si la máquina los tiene.
4. Pruebe el refrigerante para asegurarse que proporcione adecuada protección anticongelante.
5. Inspeccione la empaquetadura de la tapa del radiador.
6. Inspeccione todas las mangueras para ver si tienen fugas.
7. Verifique el estado de todas las conexiones a masa del motor.

INTERVALOS DE 3000 HORAS O DOS AÑOS (lo que ocurra primero)

1. Dé servicio también a todos los componentes cuyos intervalos de servicio sean menores de 3000 horas.
2. Drene, limpie y vuelva a llenar el sistema de enfriamiento. (Ver pág. 28, "Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar".)
3. Inspeccione las aletas y los protectores del ventilador, las mangueras y las abrazaderas. Apriete todas las abrazaderas.
4. Haga hacer un análisis del refrigerante.

Localización de Problemas

Los tres problemas básicos que se encuentran a menudo en los sistemas de enfriamiento son:

- recalentamiento
- exceso de enfriamiento
- pérdida de refrigerante.

Primero, se debe efectuar una inspección visual para determinar la causa de un problema en el sistema de enfriamiento. Si no se puede diagnosticar el problema, se deben utilizar herramientas especiales para encontrar la causa.

Caterpillar ha publicado un folleto llamado "Conozca Su Sistema de Enfriamiento (ver la pág. 31) que contiene la siguiente información de servicio en forma muy detallada:

- Procedimientos de inspección, prueba y localización de problemas en el sistema de enfriamiento
- Problemas y causas del recalentamiento y del enfriamiento excesivo
- Pasos que se deben seguir para limpiar y reacondicionar los sistemas de enfriamiento
- Componentes que afectan los sistemas de enfriamiento
- Equipo de prueba para localizar problemas.

Productos de Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento

Aditivo Refrigerante Suplementario



Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar.

El Aditivo Refrigerante Suplementario Caterpillar impide la formación de herrumbre, minerales y depósitos en el sistema de enfriamiento. Protege todos los metales, incluso el aluminio. No afecta las empaquetaduras ni las mangueras. Se puede usar con anticongelante derivado de glicol y no afecta el aceite lubricante.

Ver en la pág. 9 las cantidades y números de pieza disponibles.

Elementos con Aditivo Refrigerante Suplementario

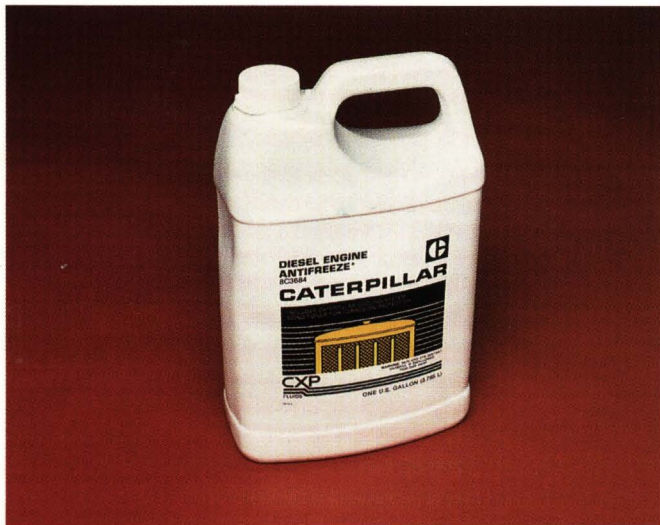


Elemento con Aditivo Refrigerante Suplementario.

Los elementos enroscables con elemento refrigerante suplementario tienen una cantidad premedida de aditivos refrigerantes químicos que se disuelven durante la operación del motor. Se pueden usar durante todo el año para evitar la cavitación, la corrosión y la erosión. Hay elementos disponibles para todos los motores diésel. Para evitar una concentración excesiva, nunca use elementos con aditivo refrigerante suplementario junto con aditivo refrigerante suplementario líquido.

Ver en la pág. 12 las cantidades disponibles y los números de pieza.

Anticongelante



Anticongelante Caterpillar.

El Anticongelante Caterpillar ha sido preparado específicamente para usar en sistemas de enfriamiento de motores diésel. Protege contra picaduras de las camisas de cilindro y del bloque e impide la corrosión. No es necesario usar un aditivo refrigerante suplementario durante el llenado inicial.

Ver en la pág. 14 las cantidades disponibles y los números de pieza.

Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento



Limpiador de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar.

Los Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar se usan para sacar del sistema la escamilla y la corrosión dañinas sin acortar el tiempo activo del motor. Se pueden usar en todos los Motores Caterpillar y en los sistemas de enfriamiento de otros fabricantes, cualquiera que sea la aplicación. Este solvente suave **NO** se debe usar en sistemas que se hayan descuidado o que tengan mucha escamilla. Tales sistemas requieren un solvente más fuerte disponible comercialmente por medio de distribuidores locales. Ver en la pág. 25 las cantidades disponibles y los números de pieza.

Los Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar están disponibles en recipientes de 1,9 litros (½ gal) (No. de Pieza 6V4511), o, si se requiere una limpieza inmediata, se pueden usar los Limpiadores de Sistemas de Enfriamiento Caterpillar que se indican a continuación:

- 4C4609 – 0,5 cuarto de galón (1 pinta)
- 4C4610 – 1 litro (1 cuarto de galón)
- 4C4611 – 3,8 litros (1 galón)
- 4C4612 – 19 litros (5 galones)
- 4C4613 – 208 litros (55 galones)

Drene completamente el sistema de enfriamiento. Vuelva a llenarlo con agua limpia y una concentración de limpiador de 6 a 10%. Haga funcionar el motor durante 1 hora y media. Luego, drene el refrigerante y enjuague el sistema completamente con agua limpia. Vuelva a llenar el sistema con la cantidad apropiada de anticongelante y con la concentración apropiada del inhibidor.

ATENCION

El uso de limpiadores de sistemas de enfriamiento comerciales puede dañar los componentes de aluminio del sistema de enfriamiento. Use sólo los limpiadores aprobados para uso con aluminio. **NO** use un limpiador derivado de fosfato de trisodio porque éste **DAÑARA** el aluminio.

Juego de Prueba de Aditivos Refrigerantes Suplementarios (8T5296)



Juego de prueba de aditivos refrigerantes suplementarios Caterpillar.

Este juego de prueba, simple y barato, mide con precisión la concentración del aditivo refrigerante suplementario Caterpillar y la proporción de glicol etilénico en la mezcla de refrigerante. Protege contra concentraciones deficientes o excesivas que pueden dañar su motor. La prueba se puede efectuar en sólo unos cuantos minutos.

NOTA: El Juego de Prueba de aditivos refrigerantes suplementarios Caterpillar se usa para determinar la concentración de nitritos en el refrigerante. Algunos aditivos refrigerantes suplementarios (que no son de Caterpillar) son derivados de fosfato y el juego de prueba no dará registros precisos. Si se usa un aditivo refrigerante suplementario que no sea de Caterpillar, Caterpillar recomienda usar la prueba provista por el fabricante.

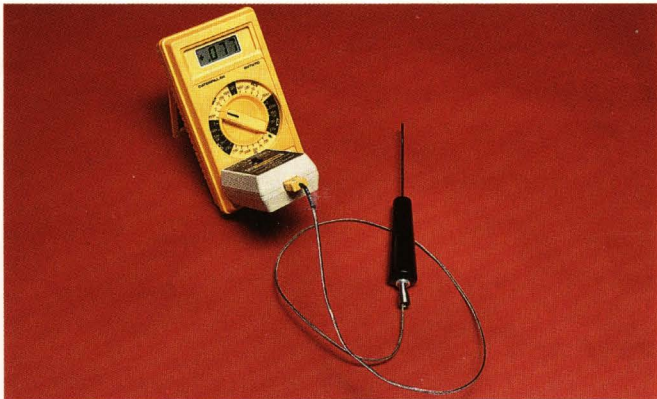
Termómetro Infrarrojo (1U8865)



Termómetro infrarrojo.

Este termómetro portátil y sin contactos, a base de microprocesadora, es de fuerte construcción y fácil de operar. Es ideal para determinar la temperatura de objetos difíciles de alcanzar, excesivamente calientes o los que están en movimiento continuo. Escala de Medición: -18° a 871°C (0° a 1600°F).

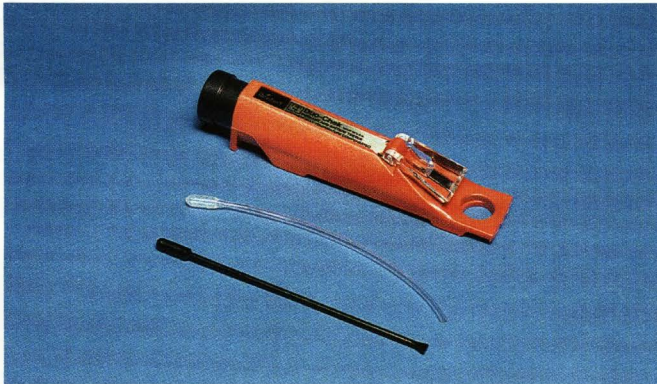
Adaptador de Temperatura del Termopar (6V9130)



Adaptador de temperatura del termopar.

Para usar con la mayoría de los multímetros digitales. Tiene una escala de -46° a 900°C (-50° a 1652°F). Las sondas disponibles comprenden una sonda manual, cables y sondas de inmersión y escape.

Probadores de Refrigerante y Batería (5P0957, 5P3514)



Probador de refrigerante y batería Caterpillar.

Ambos probadores (el 5P0957 y el 5P3514) dan mediciones rápidas y precisas de la temperatura de congelación del refrigerante y del estado del fluido de la batería. Se pueden usar con refrigerantes que utilizan anticongelante de glicol etilénico o de glicol propilénico. Se necesitan sólo unas cuantas gotas para efectuar la prueba. Los probadores se pueden usar con radiadores calientes o fríos. Ambos probadores son idénticos con la excepción de que el Probador 5P0957 registra en $^{\circ}\text{F}$ y el 5P3514, en $^{\circ}\text{C}$.

Bomba de Presurización de Sistemas (9S8140)



Bomba de Presurización de Sistemas Caterpillar.

La bomba de presurización de sistemas aplica presión al sistema de enfriamiento para probar la válvula de alivio de presión y los manómetros.

Bomba de Extracción de Muestras de Fluido (1U5718)



Bomba de extracción de muestras de fluido Caterpillar con recipiente para la muestra.

La bomba de extracción de muestras de fluido se usa para extraer muestras de fluido, incluso muestras de refrigerante de motor, de los compartimientos que no están presurizados. Esta herramienta puede también sacar muestras de fluidos de los compartimientos presurizados si la máquina no está en funcionamiento.

Entre los accesorios disponibles figuran un juego de reparación de bombas, recipiente para muestras, recipiente de envío por correo, cortador de tubo, hoja y tubo de succión.

Resumen

El mantenimiento del sistema de enfriamiento es SU responsabilidad. Si invierte un poco de tiempo adicional en el cuidado del sistema de enfriamiento, puede prolongar la duración del motor y bajar sus costos de operación.

Las consecuencias de seleccionar un refrigerante inadecuado y de no mantener el sistema de enfriamiento de la manera debida son obvias. Las fallas relacionadas con el refrigerante y la pérdida de eficiencia influyen directamente en el funcionamiento de su máquina.

Si escoge el refrigerante adecuado y lo mantiene de la manera debida, su motor funcionará mejor a largo plazo. Para lograr una operación eficaz, hay que tener un buen entendimiento del refrigerante y de sus efectos sobre el motor.

Publicaciones Caterpillar Disponibles

Se pueden conseguir las siguientes publicaciones por medio del distribuidor Caterpillar de su zona. Algunas de estas publicaciones pueden estar sujetas a un cargo nominal.

Conozca Su Sistema de Enfriamiento
SSBD0518 (en español)

Dowtherm 209 Full-Fill Coolant
LEKQ6333 (Engine Data Sheet 55.1) (sobre refrigerante Dowtherm 209 Full-Fill, en inglés)

Cold Weather Recommendations
SEBU5898 (sobre operación en tiempo frío, en inglés)

Marine Engines Application and Installation Guide
LEBM2239 (sobre las aplicaciones y la instalación de motores marinos, en inglés)

Cooling System Fundamentals
LEKQ1476 (sobre el sistema de enfriamiento, en inglés)

Installation of Coolant Conditioner Group
SEHS7222 (sobre el uso de acondicionador de refrigerante, en inglés)

El Aceite Lubricante y Su Motor
SSBD0640 (en español)

Combustibles Diesel y Su Motor
SSBD0717 (en español)

Periódicamente, se incluyen artículos sobre el sistema de enfriamiento en las publicaciones "Caterpillar® Engine News" y "Truck Engine News" y en las Instrucciones Especiales Caterpillar®. Se pueden conseguir estas publicaciones también por medio del distribuidor Caterpillar®.

Las "Engine Data Sheets" (hojas de datos sobre motores) se incluyen en el manual "Engine Technical Manual" de Caterpillar®, No. de Forma LE000002 (Volumen 1).

Otras Publicaciones

Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th ed.
American Public Health Association
1015, 18th Street NW
Washington, D.C. 20036

1981 Annual Book of ASTM Standards Part 31
American Society for Testing and Materials
655 15th St. NW
Washington, D.C. 20005