CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Módulo 6: “Mantenimiento de motores diésel”.
PFMME-4-02/V.1-[PE01-M06/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 7

Módulo VI: Mantenimiento de Motores Diésel 8

1. Secuencia de eventos en la localización de fallas 9

1.1 Solución de averías de sistema eléctrico de 24 volt. 12

1.2 Solución de averías del sistema de 24 Volt 41

1.3 Análisis de aceites del motor 86

Actividad N°18 99

Actividad N° 19 105

Actividad N° 20 116

Actividad N° 21 124

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de **Mantenedor Mecánico Especialista Equipos Móviles.**

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos

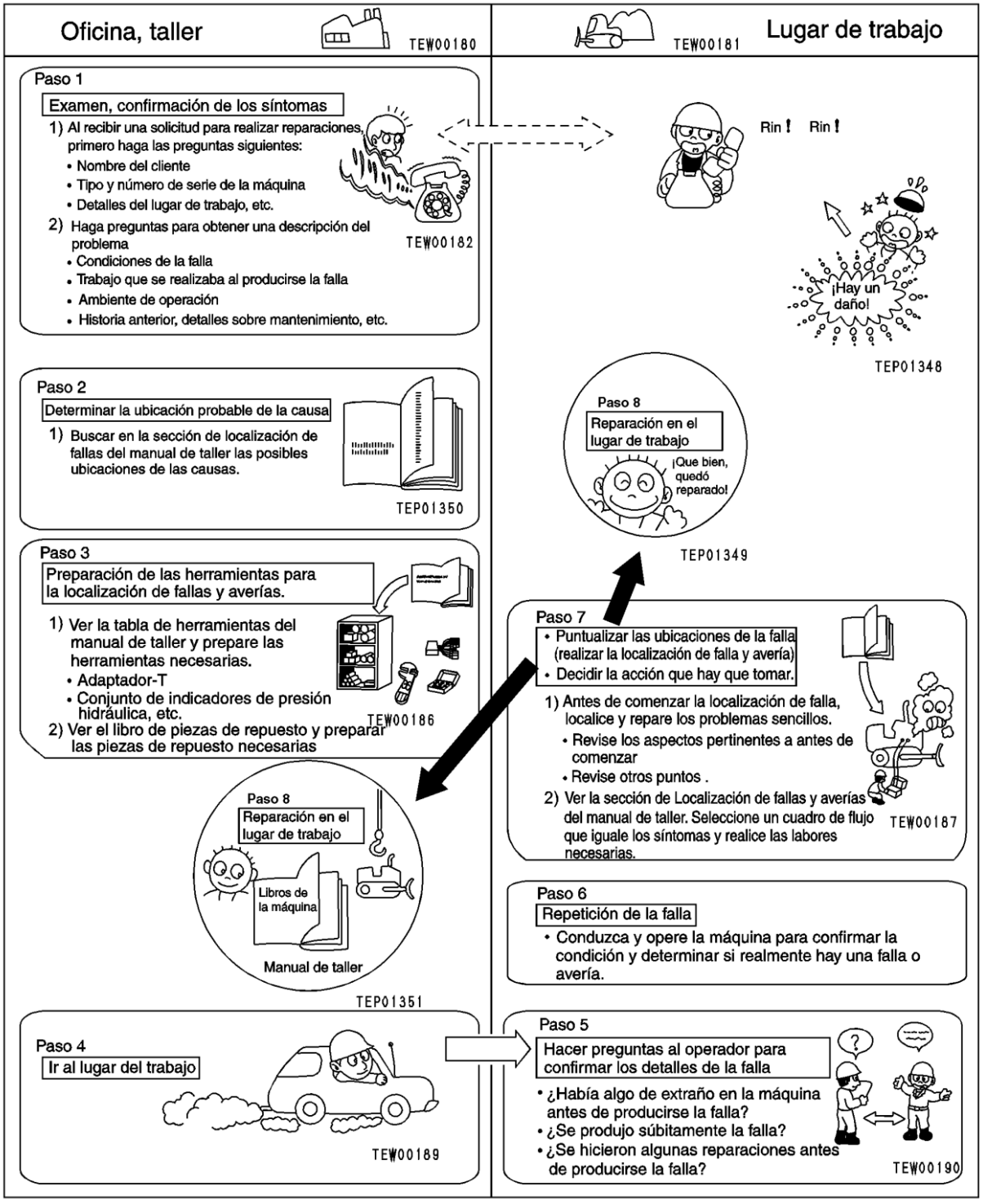
La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento de evaluación de proceso".

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10.La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

Módulo VI: Mantenimiento de Motores Diésel

1. Secuencia de eventos en la localización de fallas



Aspectos a recordar durante la localización de fallas

Pare la máquina en un lugar nivelado y compruebe que el pasador de seguridad, los bloques y el freno de estacionamiento se encuentren colocados con toda seguridad.

- Al realizar cualquier operación con dos o más trabajadores, observen estrictamente las señales acordadas y no permita intrusos cerca del área de trabajo.
- Si se quita la tapa del radiador con el motor caliente, el refrigerante caliente puede salir a borbotones y provocar quemaduras. Espere a que el motor se enfríe antes de iniciar la localización de fallas y averías.
- Tenga cuidado extraordinario para no tocar cualquier pieza caliente o ser atrapado por cualquier pieza en movimiento.
- Al desconectar cables eléctricos, siempre desconecte primero el terminal negativo (-) de la batería.
- Al quitar el tapón o tapa de un lugar que se encuentre sometido a presión de aceite, agua o aire, primeramente, siempre alivie la presión interna. Al instalar equipos de medición, cerciórese de conectarlos correctamente.

La finalidad de la localización de fallas y averías es la de puntualizar la causa básica de la falla y poder realizar rápidamente las reparaciones y evitar la repetición del problema. Al realizar la localización de fallas y averías, un punto importante es comprender la estructura y su funcionamiento. Sin embargo, una vía rápida para una localización efectiva del problema es hacer varias preguntas al operador para formarse alguna idea de las causas posibles del fallo que habrían producido los síntomas que han sido informados. Alguna idea de las causas posibles del fallo que habrían producido los síntomas que han sido informados.

1. Al realizar la localización de fallas, no se apresure a desarmar los componentes. Si los componentes se desarman inmediatamente después que ocurre una falla:

- Se desarmará sin necesidad partes que no tienen conexión con la falla.
- Será imposible encontrar las causas de la falla.

Se producirá un desperdicio de horas hombre, piezas, aceite y grasas y al mismo tiempo se perderá la confianza del usuario u operador. Por esta razón, al realizar una localización de fallas o averías, es necesario realizar una investigación previa completa y realizar la tare a de acuerdo con un procedimiento establecido.

2. Puntos a indagar con el usuario u operador:
   - ¿Se han producido otros problemas fuera del problema que ha sido informado?
   - ¿Hubo algo raro en la máquina antes de producirse la falla?
   - ¿Se produjo súbitamente la falla o hubieron problemas con el estado de la máquina antes de esto?
   - ¿Bajo qué condiciones se produjo la falla?
   - ¿Se realizaron algunas reparaciones antes de ocurrir la falla? ¿Cuándo se realizaron estas reparaciones?
   - ¿Se produjo algún tipo de falla anteriormente?

3. Hacer una revisión antes de tratar de localizar fallas o averías:
   - ¿Hay alguna señal de irregularidad en la máquina?
   - Haga las comprobaciones antes de comenzar las labores diarias.
   - Haga las comprobaciones de otros puntos.
   - Otros ítems de mantenimiento se pueden revisar exteriormente. Compruebe cualquier ítem que se considere necesario.

4. Confirmación de la falla:

Confirme usted mismo la extensión de la falla y juzgue si hay que manejar la situación como una falla real o como un problema con el método de operación, etc.
Al operar la máquina para volver a producir los síntomas para localizar la falla o avería, no realice ninguna investigación o m edición que pueda agravar el problema.

5. Localización de fallas

Usar los resultados de la investigación e inspección de los puntos 2 -4 para reducir las causas de la falla y después hacer uso de las tablas o el cuadro de flujo de localización de fallas y averías para situar con exactitud la posición de la falla.

El procedimiento básico para la localización de fallas, es el siguiente:
   - Comenzar por los puntos sencillos.
   - Comenzar por los puntos con mayores posibilidades.
   - Investigar otras piezas o informaciones relacionadas.

6. Medidas para eliminar el origen que provocó la falla:

Aunque la falla sea reparada, si la causa fundamental de la falla no se repara, la misma falla se producirá nuevamente. Después elimine el origen de la causa.

1.1 Solución de averías de sistema eléctrico de 24 volt.

Procedimientos de prueba y reparación para los sistemas de arranque
Una prueba precisa de un sistema de arranque comienza con el entendimiento de cómo funciona dicho sistema. Si sus conocimientos sobre el funcionamiento están completos, usted puede determinar lógicamente la falla a través de la inspección visual y la prueba eléctrica.

Procedimiento
Es necesario, un procedimiento organizado de inspección y prueba para evitar el reemplazo de piezas buenas o la reparación innecesaria de los elementos operacionales.

Verificar la falla
Opere usted mismo el sistema para ver cómo funciona. Los problemas del sistema de arranque normalmente se clasifican en las siguientes categorías:

- El arrancador hace girar, pero no vira el motor
- El motor vira en forma muy lenta
- El motor no vira completamente
- El motor de arranque tiene ruidos

Definir el problema
Determinar si el problema es mecánico o eléctrico. Por ejemplo, si el arrancador gira pero no vira el motor, el problema probablemente es mecánico, ya que el dispositivo no parece estar engranado. Los problemas mecánicos se pueden corregir al reparar los elementos o reemplazar las piezas según se requiera.
Los problemas eléctricos requieren prueba adicional para determinar la causa de la falla y la reparación que necesitará.

Aislar el problema
Sin considerar si el problema es mecánico o eléctrico, usted deberá determinar dónde se está produciendo, de modo que pueda repararlo rápida y eficientemente.

Inspección visual
Realice una prueba con una completa inspección visual en todos los sistemas de arranque. Revisar:

- Los terminales de la batería sueltos o desgastados
- El aislamiento gastado o raído en los cables de la batería
- Las conexiones del relé o solenoide desgastadas
- Un relé o solenoide de arranque dañado
- Aisladores rotos o con fisuras en el relé o arrancador
- Puestas a tierra del chasis o el motor suelto
- Interruptores neutral de seguridad dañado
- Interruptores de encendido o mecanismos de accionamiento dañados
- Alambres para los interruptores de seguridad y encendido dañados o quemados
- Arrancador suelto

Prueba de la batería
Continúe la inspección con una prueba completa y reparación de la batería. Desarrolle todas las pruebas requeridas para verificar que la batería está funcionando en buenas condiciones. Corregir el rendimiento de dicha batería es vital para el funcionamiento óptimo del sistema de arranque.

Prueba del circuito
Continúe con el aislamiento del problema, siguiendo el procedimiento básico del sistema eléctrico. Existen tres pruebas básicas que se pueden desarrollar:

- Pruebas del circuito de control
- Prueba de caída de tensión
- Prueba de toma del arranque

Ya que ha verificado que la batería se encuentra en buenas condiciones, usted ha eliminado una de las posibilidades. Ahora puede confirmar la causa con estas pruebas del circuito.
En el sistema de arranque existen dos circuitos independientes que pueden producir problemas, llámense el circuito de control y el circuito de arranque.

Pruebas del circuito de control
Usted puede identificar los problemas en el circuito de control al desarrollar algunas pruebas.

¿Los interruptores de seguridad y encendido proporcionan la tensión de servicio al relé o al solenoide?

Si el problema es un arranque que no funcionará, usted puede verificar el funcionamiento del interruptor de encendido y el interruptor neutral de seguridad para revisar la tensión de la batería con un voltímetro en el relé o solenoide del arranque.

Conectar el terminal positivo del voltímetro al terminal del conmutador del relé o solenoide, y el terminal negativo del voltímetro al terminal negativo de la batería. Girar el interruptor de encendido a la posición de arranque y observar el voltímetro.

Si la tensión de la batería está presente en el terminal del conmutador, cuando se gira el interruptor de encendido para el arranque, entonces los interruptores de seguridad y de encendido funcionan adecuadamente. Si se encuentra presente ninguna tensión, ni menos la tensión de la batería, aislar el problema en el circuito.

2. El engranaje del relé o solenoide proporcionan tensión de servicio al motor de arranque
El funcionamiento del solenoide del arrancador puede verificarse al poner en derivación el sistema de control.

Es importante que usted anule el sistema de encendido o el sistema de alimentación de combustible, de modo que el equipo no arranque.

Ver el manual del fabricante para los procedimientos requeridos para la prueba de arranque. El manual normalmente le proporcionará los pasos para la anulación de los sistemas de encendido o alimentación de combustible, en el equipo.

Desconectar el alambre del terminal del conmutador y conectar un conductor de puente desde el terminal en el relé o solenoide hacia el borne positivo de la batería (Figura 1). Si el relé o el solenoide del arrancador suenan y el arrancador enciende el motor, dicho relé o solenoide están buenos.

Si el motor no parte, o es solenoide o relé no suena, conectar un segundo cable de puente a la caja o soporte y repita la prueba. Si el arrancador enciende, o el relé o solenoide suenan, reparar la puesta a tierra deficiente en la caja o montaje.

Si el relé o solenoide suena, pero el arrancador no funciona, revise la tensión en el terminal del cable del arranque del relé o solenoide, cuando se engrane. Si no se presenta ninguna tensión, reemplazar el relé o solenoide.

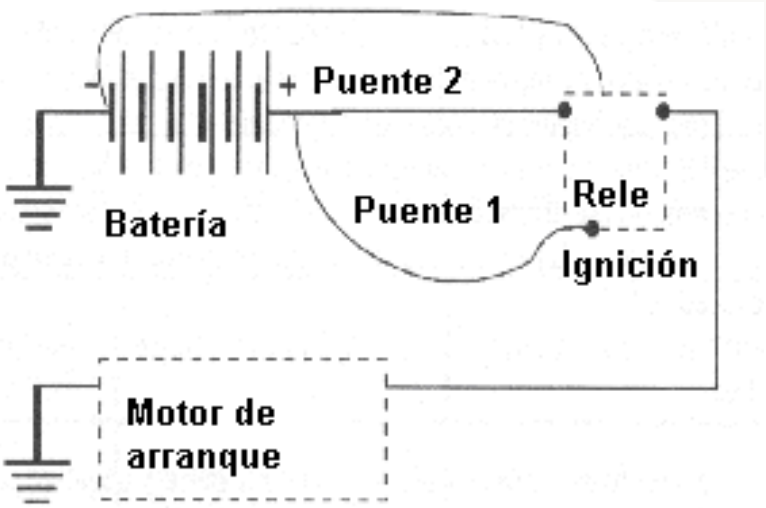


Figura 1

Prueba del relé de arranque

Prueba de caída de tensión

Además del aislamiento del problema, se puede determinar por medio del desarrollo de las pruebas de caída de tensión, en los diversos elementos del sistema. Recuerde las reglas para llevar a cabo estas pruebas. Cualquier resistencia en el circuito reducirá el flujo de corriente. Una reducción en el flujo de corriente en un circuito en serie afectará a todos los elementos, y en este caso, afectará directamente el funcionamiento del arranque.

Antes que usted pruebe el motor de arranque, asegúrese que el problema no es una resistencia alta en algún lugar del sistema.

Las pruebas de caída de tensión, pueden ser pruebas en circuitos conectados a tierra o aislados.

Pruebas de circuito aislado

Conectar el equipo del voltímetro a la mayor escala, entre el borne positivo de la batería (no el extremo terminal del cable) y el terminal del motor de arranque en la posición 1 (Figura 2). Mientras gira el motor, deje el medidor a la escala más baja y observe el voltímetro. Una lectura mayor que 0,5 voltios indica una resistencia alta en el circuito. Regrese el medidor en la escala más alta y detenga el motor.

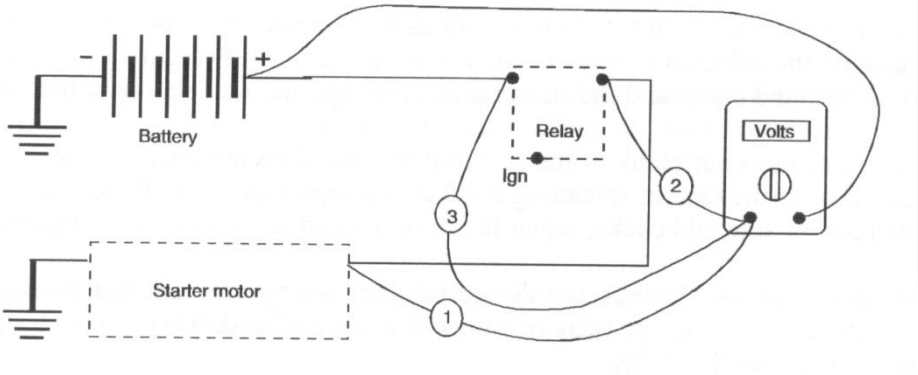


Figura 2

Prueba del circuito aislado

La resistencia alta podría ser causada por malas conexiones, debido a la corrosión o a un relé defectuoso. La resistencia se puede aislar al mover el conductor negativo a cada lado del relé, llevándolo a las posiciones 2 y 3. Luego vire el motor y observe el voltímetro en cada posición. Una reducción en la tensión, bajo 0,2 voltios indica que usted ha pasado el punto de la resistencia alta. Limpiar y reparar todas las conexiones en las áreas afectadas o reemplazar el relé, si las pruebas indican que ésta es la causa de la resistencia del circuito. Repetir la prueba en el motor de arranque para asegurar que las lecturas de la tensión no excedan los 0,2 voltios.

Prueba del circuito conectado a tierra

Conectar el voltímetro (fijar en la escala más baja) entre el borne negativo de la batería (no terminal del extremo del cable) y ya sea la caja del arrancador o un tornillo instalado en la posición 1 (Figura 3).

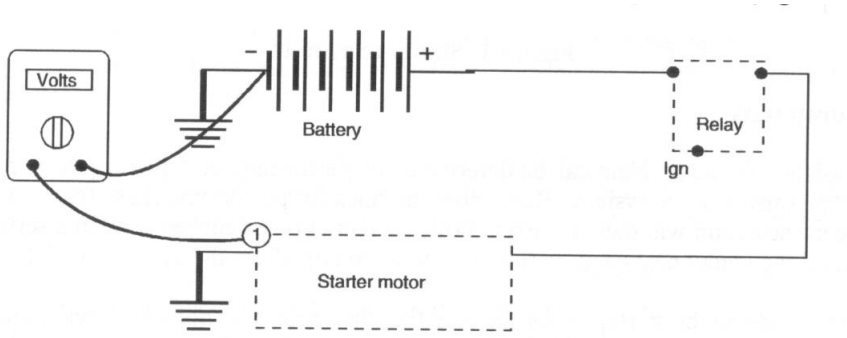


Figura 3

Prueba del circuito conectado a tierra

Girar el motor y observar el voltímetro. Si la lectura excede los 0,2 voltios, mover el conductor positivo del voltímetro al cable conector a tierra del bloque del motor y pruebe nuevamente. La resistencia alta en el circuito a tierra puede ser producida por conexiones deficientes del cable o un motor de arranque corroído o suelto en el montaje del motor.

Limpiar las conexiones cuando sea necesario, y volver a hacer la prueba para asegurar que las lecturas de tensión no excederán los 0,2 voltios.

Prueba de toma del arranque

La prueba de toma del arrancador proporciona información acerca del funcionamiento del motor de arranque, mientras está instalado en el motor. Un amperímetro y un voltímetro están adheridos a la batería, y el arranque es operado. Al observar la corriente necesaria para girar el motor y los cambios de tensión durante el giro, se puede identificar con más precisión los problemas internos en el arrancador.

Diagnóstico y reparación de averías

Para ayudar en la reparación de averías del sistema de arranque, los fabricantes generalmente entregarán cuadros para localización de averías en forma detallada, en sus manuales. Usted siempre debería consultar estos cuadros antes de intentar hacer un diagnóstico o de reparar un sistema. Un cuadro general de fallas se muestra en la siguiente página. Estudie el cuadro para la información sobre las posibles causas de las diversas fallas. Recuerde que éstas pueden no ser todas las causas, sólo algunas posibilidades.

Cuadro de diagnóstico del problema del motor de arranque		
Condición	Causa más probable	Revisión o corrección
sin giro sin luces	1. batería muerta 2. circuito abierto	1. reemplazar o recargar la batería. 2. reparar, limpiar o reemplazar el cableado.
sin giro, luces apagadas	1. conexión deficiente en la batería.	1. limpiar, reemplazar y/o ajustar los bornes.
Sin giro, las luces permanecen prendidas.	1. circuito de control, motor o conmutador en circuito abierto.	1. revisar la resistencia a través de los elementos en el circuito, y reparar o reemplazar las conexiones.
Sin giro, luces con poca luz	1. carga de la batería baja 2. dispositivos del arranque agripados. 3. motor defectuoso	1. revisar la condición de la batería. 2. reparar o reemplazar dispositivos del arranque.

		3. diagnosticar los problemas del motor.
Sin giro, luces con luz tenue	1. piñón no engranado 2. resistencia alta en el arrancador.	1. reparar o reemplazar el dispositivo de accionamiento 2. reparar o reemplazar el arrancador.
El giro del motor es lento, y no arranca.	1. carga de la batería baja 2. temperaturas muy bajas 3. motor de arranque con falla 4. resistencia excesiva en el circuito.	1. cargar o reemplazar la batería. 2. proporcionar calor 3. reparar o reemplazar el arrancador. 4. revisar la dimensión del cable y las conexiones.
Vibración del solenoide	1. carga de la batería baja 2. solenoide con fallas	1. cargar o reemplazar la batería. 2. reparar o reemplazar el solenoide.

Tabla 1

Análisis del sistema de arranque – fallas (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Los problemas en los sistemas de arranque puede que se deban a una interrupción del circuito involuntaria, una resistencia en serie, un cortocircuito, o un cortocircuito a tierra en el circuito.

Los efectos de estas fallas pueden demostrarse en el mismo ejemplo de circuito de arranque ya utilizado para describir el funcionamiento normal.

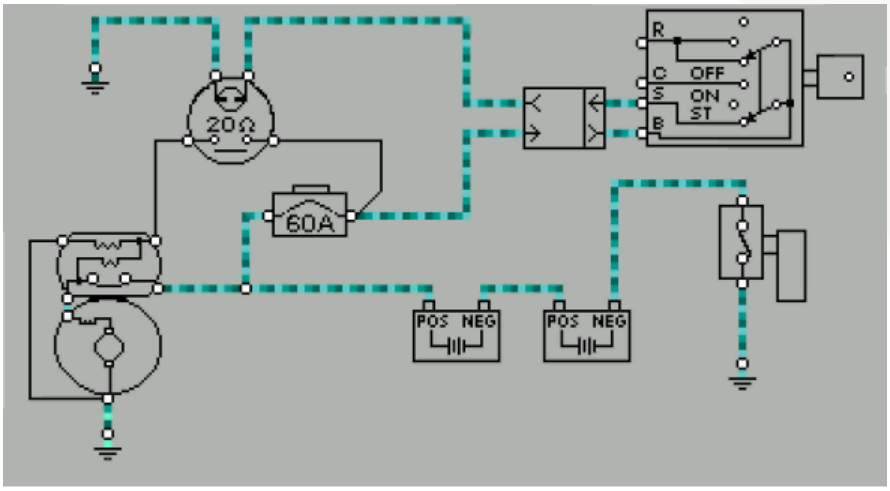


Figura 4

Flujo de corriente del circuito de arranque. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Interrupción del circuito

En este ejemplo hay una INTERRUPCIÓN DEL CIRCUITO (OPEN) en la bobina del relé de arranque. Corno resultado, dejó de fluir la corriente en todo el circuito. Sin corriente, el relé y el solenoide de arranque no pueden cerrar y el motor de arranque no puede funcionar. Por lo tanto, el sistema no puede generar ningún sonido en absoluto con la llave en la posición de ARRANQUE (START).

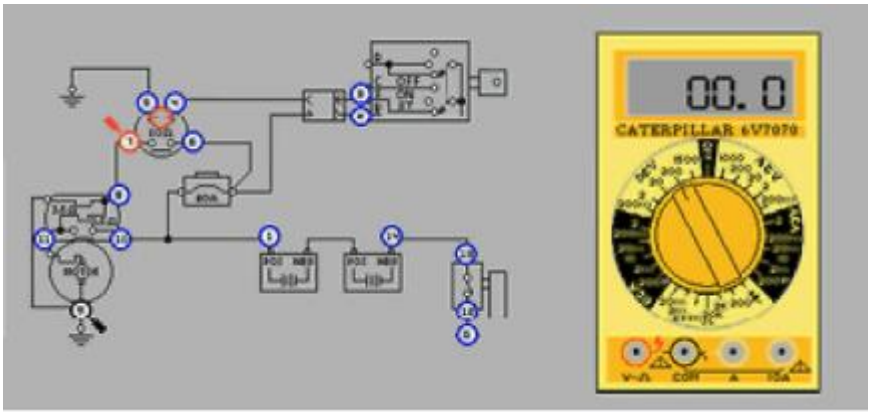


Figura 5

Medición de voltajes en el relé. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Con el relé de arranque cerrado, el voltaje entre los puntos de prueba 7 y 9 (tierra) mientras se produce el giro debe ser de alrededor de 16 a 20 voltios. Con la bobina del relé de arranque abierta, el voltaje entre esos dos puntos debe ser de O (cero) voltios, en tanto los contactos del relé abierto aislarán las bobinas del solenoide del

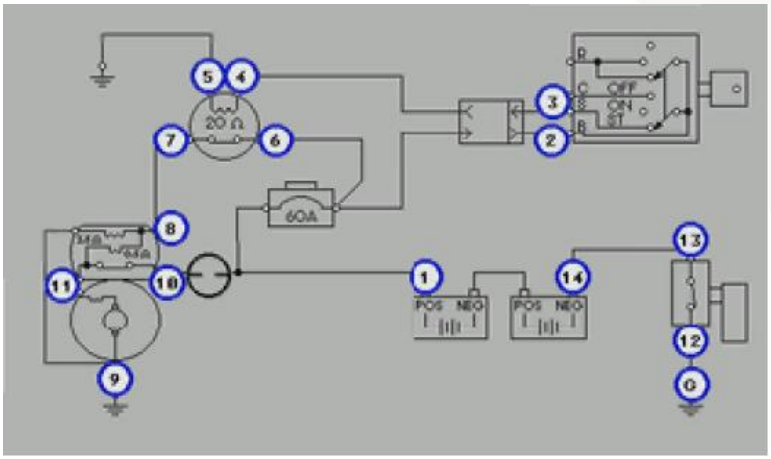


Figura 6

Interrupción en un cable del circuito de arranque. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Voltaje del sistema.

Aquí, se ha producido una interrupción en el cable del circuito del motor de arranque, justo a la derecha del punto de prueba 10. Con esta falla, cuando la llave de contacto se coloque en la posición de ARRANQUE (START) habrá un "chasquido" (click) audible desde el relé y el solenoide de arranque, pero el motor no efectuará el giro.

Resistencia

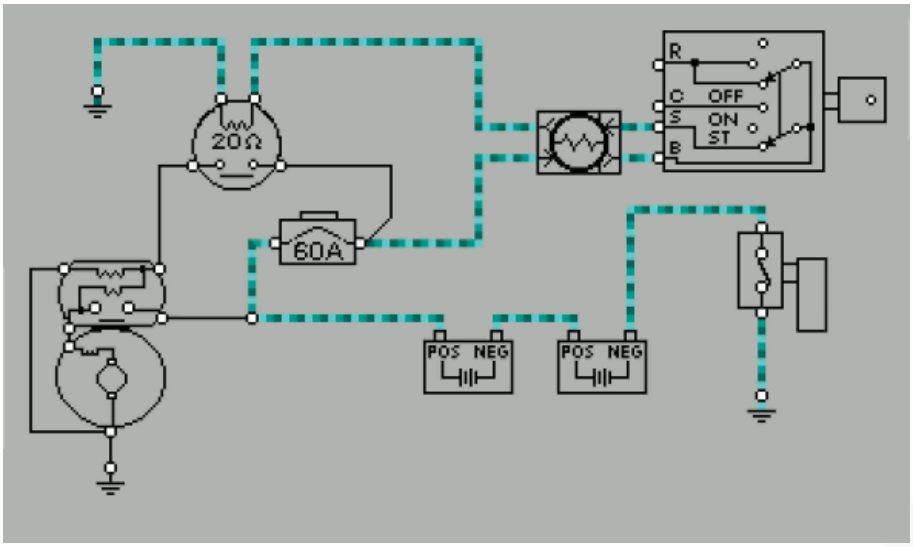


Figura 7

Circuito de corriente hacia el relé. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

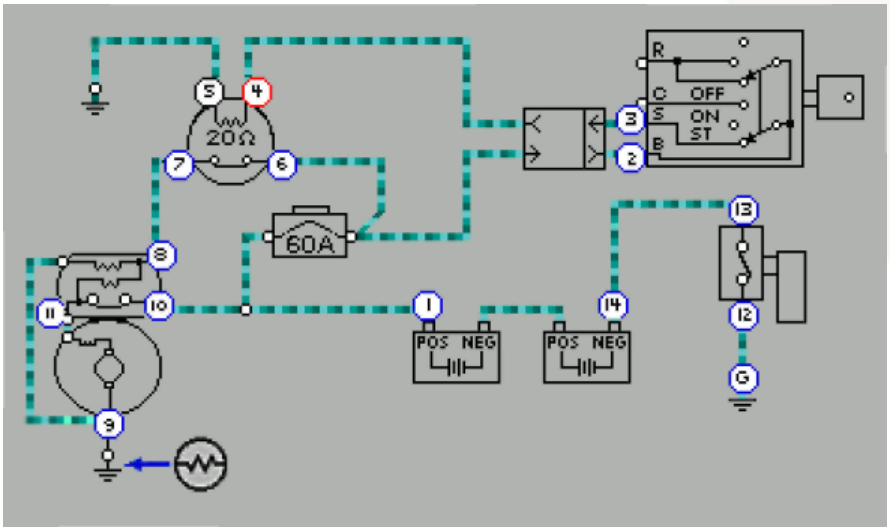


Figura 8

En este circuito, debido a la corrosión, ha ocurrido una falla de resistencia en el conector. En tanto cae el voltaje de la batería durante el giro, la falla disminuye la corriente en el cable que va a la bobina del relé de arranque, hasta el punto que la bobina no puede continuar sosteniendo los contactos. Cuando estos se abren, la bobina del solenoide pierde energía, los contactos del solenoide se abren, y el motor de arranque detiene el giro del motor.

Una resistencia de 72 ohmios entre la espiga y el enchufe en el conector, reduce el flujo de corriente a través de la bobina del relé de arranque desde los 1.0 amperios normales hasta 0,25 amperios. La resistencia hace que caiga el voltaje en la bobina (punto de prueba 5) a 5,0 voltios, y la bobina del relé no puede sostener por más tiempo los contactos. Como resultado, la vía de voltaje a las bobinas del solenoide se interrumpe y los contactos del solenoide se abren.

Figura 76. Circuito con flujo completo de corriente y falla por salida a tierra antes del motor de arranque. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Otro ejemplo: Una falla de resistencia ocurre entre los puntos de prueba 9 (espárrago de tierra del motor de arranque) y tierra, y da lugar a que el motor gire con más lentitud de lo normal. Este es un problema común que puede ocasionarse por la corrosión, una conexión floja en uno o más lugares, o un daño físico. La resistencia incrementada aquí puede disminuir la velocidad o detener el giro por completo.

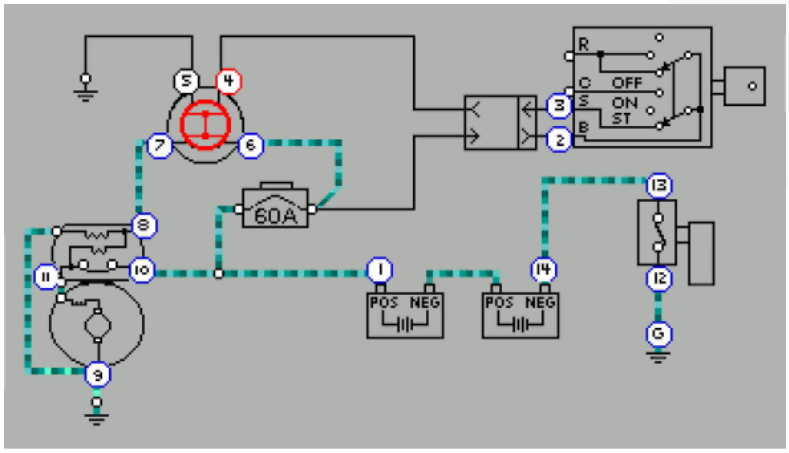


Figura 9

Corto circuito por soldadura entre los contactos del relé. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Cortocircuito

Un cortocircuito en este circuito ha creado una vía de corriente involuntaria a través de los contactos del relé de arranque. Esto permite que la corriente fluya a la bobina de retención de corriente aunque se perciba que la bobina del relé de arranque está desactivada. Corno resultado, el motor de arranque continuará funcionando sin importar si la llave de contacto está en la posición de DESCONEXIÓN (OFF) o de CONEXIÓN (ON).

Figura 10. Medición de los contactos del relé. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

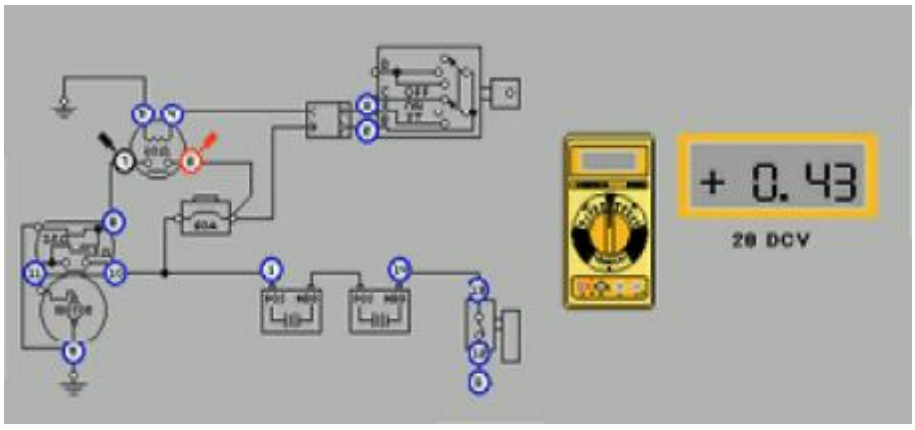


Figura 10

Normalmente, cuando la llave de contacto se abre, los contactos del relé de arranque se abren también, debido a que no está pasando corriente a través de la bobina del relé de arranque, terminal POSITIVO de la batería al terminal de la BATERÍA del motor de arranque

Usted debe recibir entonces una lectura del DMM de 25,2 voltios entre los puntos de prueba 6 y 7. En este caso la lectura es de 0,43 voltios, debido a que los contactos del relé de arranque están en cortocircuito.

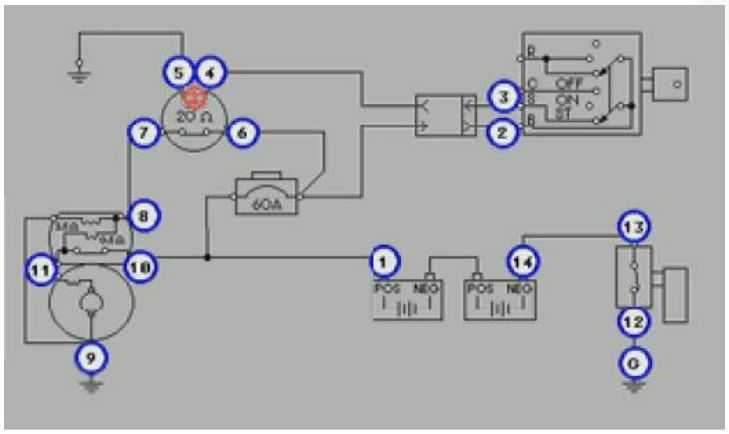


Figura 11

Bobina del relé en corto circuito. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

En este circuito, la bobina del relé de arranque está en corto circuito. La llave de contacto está en la posición de arranque, pero los contactos del relé de arranque no pueden cerrar porque la bobina del relé de arranque ya no tiene la fuerza magnética necesaria. El cortocircuito crea también una vía para el regreso de la corriente a la batería, que dispara el disyuntor e inutiliza el circuito de arranque.

Cortocircuito a tierra

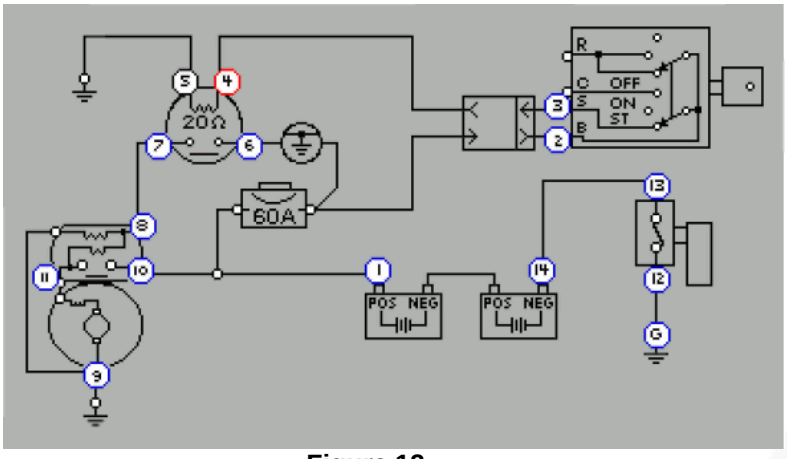


Figura 12

Corto circuito a tierra entre el disyuntor y el relé. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

En este circuito, se ha producido un cortocircuito a tierra entre el disyuntor y los contactos del relé de arranque. Esta falla ha provocado que se dispare el disyuntor, impidiendo que fluya la corriente en todo el circuito de arranque.

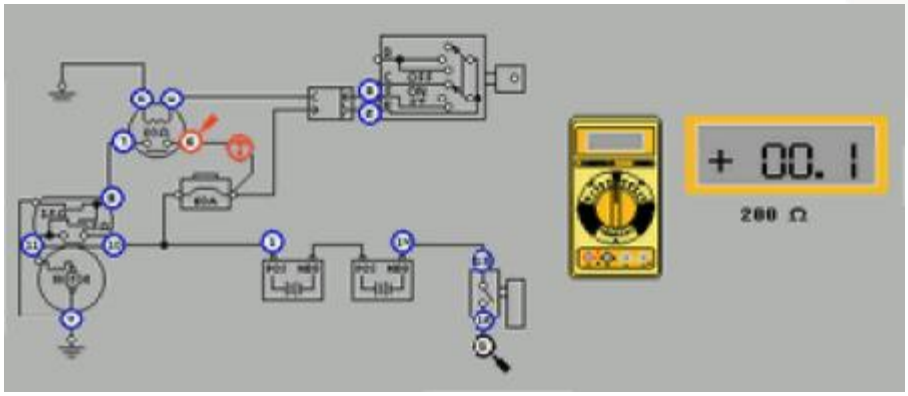


Figura 13

Medición de la resistencia entre G y 6. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Con el interruptor de desconexión en la posición de DESCONEXIÓN (OFF) para realizar pruebas de resistencia, la lectura desde los puntos de prueba 6 al G (tierra) debe ser OL a causa de los contactos abiertos en el relé de arranque. No obstante, debido al cortocircuito a tierra entre el disyuntor y el punto de prueba 6, la resistencia entre el punto de prueba 6 y tierra está cerca de cero ohmios.

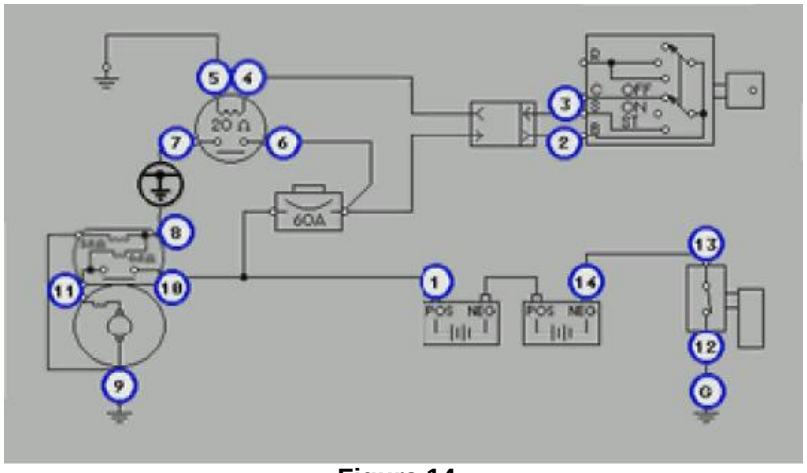


Figura 14

Circuito a tierra entre el relé y el solenoide del arranque. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Este circuito tiene un cortocircuito a tierra entre los contactos del relé y del solenoide de arranque. Esta falla desvía la corriente de regreso directamente a las baterías desde el circuito del solenoide de arranque. Debido a la baja resistencia de este cortocircuito a tierra, el disyuntor se dispara y los contactos del relé de arranque se abren. El circuito de arranque está ahora inhabilitado por completo.

Pruebas y mantenimiento de los sistemas de carga

La prueba con precisión de los sistemas de carga, comienza con la comprensión de cómo funciona el sistema. Si sus conocimientos están completos, usted puede lógicamente determinar la falla a través de la inspección visual y la prueba eléctrica. Reparar el sistema puede requerir reemplazar o reparar cualquiera de los componentes incluidos en el sistema, desde la batería al alternador.

Recuerde que toda reparación comienza con un estudio o revisión del manual del fabricante, del vehículo con el que usted está trabajando.

Prueba de los sistemas de carga del alternador

Se necesita un procedimiento organizado para probar e inspeccionar, evitando así el reemplazo de piezas buenas o la reparación innecesaria de los elementos funcionales.

Verificar la falla

Tratar de determinar con exactitud cuál es la falla, luego verificar qué falla.

Los problemas en los sistemas de carga se incluirán en algunas categorías básicas:

- La batería está descargada y el sistema de carga no está cargado o está generando una carga baja.
- La batería está cargada y el sistema de carga está sobrecargado.
- El alternador presenta ruido.
- La luz indicadora de carga se detiene o no aparece.

Definir el problema

Comenzar con una inspección visual minuciosa. Revisar:

- Terminales sueltos o corroídos en la batería
- Conexiones sueltas o dañadas en el motor y fuselaje
- Conexiones limpias y ajustadas en el alternador y regulador
- Cables o puentes del fusible quemados
- Cables dañados, engarzados, partidos o cortados.
- Evidencia de cortocircuitos o puestas a tierra
- Daño físico en el alternador o regulador
- Daño en las correas y poleas

Determinar si el problema es eléctrico o mecánico. Los alternadores son accionados por correa. Estas correas se deben inspeccionar por la tensión, desgaste y daño para asegurarse que ellas están funcionando bien. Inspeccionar la correa por si existe algún daño, revisando las superficies internas y externas por si hay piezas con grietas, descascaradas, congeladas, o faltantes.

Inspeccionar la polea del alternador, por desgastes y cualquier otra polea que sea accionada por la correa. La falla prematura de la correa a menudo es producida por las poleas desgastadas. Inspeccionar todas las poleas para el alineamiento. Generalmente, una inspección visual mostrará que ellas no están alineadas correctamente, pero usted puede revisar con una regla contra la polea.

Probar la correa para una tensión adecuada. Cuando ajusta la correa o revisa la tensión de dicha correa, siempre verifique el procedimiento recomendado por el fabricante, para asegurarse que usted no está ajustando demás o de menos la correa. La tensión incorrecta provocará daños.

El ruido en el funcionamiento puede ser producido por las correas gastadas, los cojinetes desgastados o por problemas internos, como el rotor rozando el estator, las paletas del ventilador golpeando al alternador o los diodos o estatores defectuosos.

Los problemas mecánicos se pueden corregir al reemplazar los elementos con fallas, o al re-parar la unidad defectuosa según sea necesario. Los problemas eléctricos requerirán más pruebas detalladas.

Continúe su inspección, desarrollando un servicio completo a la batería. Un sistema de carga no funcionará en forma eficiente si la batería presenta desperfectos.

1. Quitar la batería o las baterías del equipo, y limpiarlas totalmente. Recuerde utilizar sólo limpiadores recomendados y nunca use aire comprimido para secar dicha batería.

2. Revisar los extremos terminales del cable de la batería, por daños. Si es necesario reemplazar los terminales, revisar las recomendaciones del fabricante.

3. Recordar que todos los cables que se adhieren al terminal original deben ser adheridos al terminal de reemplazo. Algunos de los pequeños cables medidores que se conectan al terminal de puesta a tierra, pueden ser cables de control del circuito desde las unidades computarizadas o sistemas de control. La falla al reconectar estos cables, puede dañar los otros elementos o causar problemas funcionales.

4. Desarrollar todas las pruebas requeridas para verificar que la batería se encuentra en buenas condiciones. Es muy importante corregir la potencia de la batería, para un buen funcionamiento del sistema de carga. Como se recomendó por el servicio de información, desarrollar las pruebas del hidrómetro, las pruebas de carga, las

pruebas de caída de tensión o las pruebas de carga, para verificar la calidad de la fuente eléctrica.

Aislar el problema

Una vez que usted ha definido cuál es el problema, debe aislar la causa de modo que pueda hacer las reparaciones necesarias. Las fallas mecánicas se pueden ubicar al inspeccionar o escuchar. Las fallas eléctricas requieren pruebas con instrumentos para localizar la causa.

Inspección eléctrica básica

Existen cuatro lugares en un circuito, donde puede ocurrir el problema:

- En la fuente
- Entre la carga y la fuente
- En la carga
- Entre la carga y la puesta a tierra

Ya que ha verificado que la batería está en buenas condiciones, usted ha eliminado una de las posibilidades. Ahora puede confirmar la causa con algunas pruebas del circuito.

Prueba del circuito

Puesto que existen diferentes tipos de regulación, diferentes estilos del sistema de carga y muchos fabricantes distintos, esta sección no puede cubrirlos a todos. Es muy importante, que usted siempre consulte la información del fabricante antes de comenzar la prueba o reparación de un sistema de carga.

Algunas de las pruebas básicas que usted puede desarrollar en el vehículo son:

- Prueba de la toma de la batería (carga parásita)
- Prueba de carga sin carga
- Prueba de carga con carga
- Prueba de potencia máxima
- Prueba de caída de tensión

Prueba de la toma de la batería (carga parásita)

Si la falla es la batería baja o muerta, usted primero debería determinar si la carga de la batería está baja debido a una toma continua en dicha batería. Esto podría ser producido por algunos problemas tales como, una luz interior que no se apaga o un diodo dañado en el alternador.

Para probar la carga parásita, siga los procedimientos recomendados por el fabricante.

Prueba de carga sin carga
Con la batería conectada, revisar la tensión a través del terminal de la batería con un voltímetro. Registrar la lectura. Conectar un tacómetro al vehículo, de modo que usted pueda observar la velocidad del motor.

Arrancar el motor y ponerlo a una temperatura de funcionamiento. Asegurarse que no hay luces o accesorios encendidos, que las puertas estén cerradas y que su pie esté fuera del freno. Si el vehículo está equipado con una luz interior, bajar el capó para desconectar o apagar la luz, y así realizar está prueba.

Aumentar la velocidad del motor, según las especificaciones del fabricante. Observar la tensión en la batería. Comparar los resultados con las especificaciones del fabricante.

Prueba de carga con carga
Revisar la tensión de la batería con un voltímetro. Registrar la lectura. Conectar un tacó-metro al motor, de modo que usted pueda observar la velocidad de dicho motor. Arrancar el motor, colocándolo a una temperatura de funcionamiento. Encender todos los accesorios, tales como los focos (con luz alta), la calefacción, la radio, etc. Aumentar la velocidad del motor a RPM específicas, y observar el voltímetro. Seguir el procedimiento recomendado por el fabricante.

Prueba de potencia máxima
La prueba de potencia máxima determina si el alternador está defectuoso o si está fallando el sistema de regulación.

Leer la tensión de base de la batería antes de comenzar, y registrar la lectura. Con la llave en “on”, y el motor apagado, medir la toma de corriente del encendido y registrar la lectura. Agregar este valor a la lectura de la prueba de potencia máxima.

Revisar el manual antes de proceder con la prueba de potencia máxima, para determinar si ésta también está recomendada por el fabricante.

Algunas pruebas de potencia máxima requieren que utilice un amperímetro para determinar si la salida de corriente del alternador, está dentro de las especificaciones. Este tipo de prueba necesita un probador especial que incluya una placa de carbón para mantener la tensión bajo los 13 voltios.

Cuando realice una prueba de potencia máxima con un probador especial, siempre lea las instrucciones de funcionamiento, y familiarícese con el funcionamiento del probador antes de conectarlo al vehículo.

Determinar con qué tipo de sistema de regulación está trabajando usted en: campo aislado “A” y “B”. Esta prueba derivará el sistema de regulación y producirá la corriente máxima de campo, para determinar si el alternador puede producir o no una carga. Para desarrollar esta prueba, usted debe ser capaz de hacer las conexiones correctas.

Sistema tipo “A” de campo completo

En un sistema tipo “A”, el campo es conectado a tierra por el regulador. Para simular una corriente plena en el campo, usted debe conectar a tierra el terminal del campo del conector regulador (Figura 290). Esto verificará las conexiones, como también el alternador. Si la tensión de carga no aumenta cuando usted conecta a tierra el campo, entonces debe conectar a tierra el terminal de campo en el alternador, para ver si se abre el cable del campo desde el regulador al alternador.

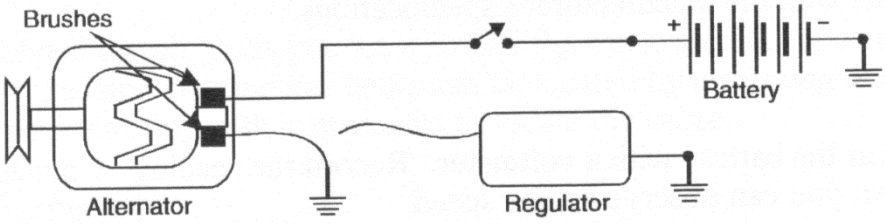


Figura 15

Circuito “A” de campo completo

Sistema tipo “B” de campo completo

En un sistema tipo “B”, la corriente del campo desde la batería, es controlada por el regulador. Para simular una corriente de campo completo, usted debe conectar un puente entre el borne positivo de la batería y el cable del campo en el conector regulador (Figura 291). Si la tensión no aumenta usted debería mover el puente del cable del campo hacia el alternador, y eliminar las conexiones preformadas del circuito.

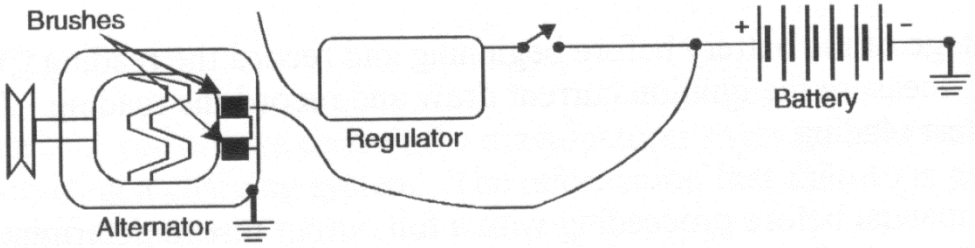


Figura 16

Circuito “B” de campo completo

Recordar que toda prueba de campo completo debe ser hecha con el conector del regulador desconectado, y con el motor funcionando a RPM específicas.
La tensión debería aumentar sobre la tensión de base, pero no permita que exceda los 15,5 voltios, ya que podría dañar los elementos.

Revisar el procedimiento recomendado por el fabricante, antes de comenzar con la prueba en el equipo que cuenta con reguladores integrales. Si su prueba de potencia máxima indicó que el régimen de carga aumentó las especificaciones, cuando el regulador fue derivado, entonces, el alternador debe ser revisado.

Las fallas de sobrecarga, normalmente son provocadas por los problemas en el regulador.

Siempre asegúrese que el circuito entre la puesta a tierra del alternador y la puesta a tierra del regulador esté completo. La corrosión en los tornillos de la instalación del regulador, o la falta de puesta a tierra en el chasis puede producir problemas de carga.

Para verificar el circuito a tierra, usted puede conectar un cable de puente entre la caja del regulador y el cuerpo en el alternador. Si el puente produce un aumento de tensión en la batería (o una disminución si éste fuera sobrecargado), entonces debe reparar el circuito a tierra. Este tipo de problema normalmente, se localizaría durante una inspección visual.

Si se produjera un problema de sobrecarga por el regulador, usted notará una caída en la tensión cuando desconecte el regulador del sistema.

En este punto de su prueba, usted debería haber determinado donde se encuentra el problema en el sistema. Recuerde que siempre debe verificar que existe tensión disponible de la batería en el campo, y que todos los circuitos están intactos y funcionando, antes de revisar el alternador o reemplazar un regulador.

Utilice las especialidades que ha aprendido en la reparación básica de fallas eléctricas, y su capacidad para leer e interpretar los diagramas de conexiones para así desarrollar sus revisiones del circuito. Siempre siga los pasos de la reparación de fallas que se exhiben en las publicaciones de reparación.

Algunos fabricantes no recomiendan las pruebas en el vehículo, debido a la sensibilidad de los sistemas controlados por computador y a los elementos electrónicos. Además, muchos fabricantes no recomiendan las pruebas de campo completo por mucho tiempo, debido a esta misma razón.

Si usted está desarrollando las pruebas de campo completo en vehículos computarizados, debe tener cuidado de que la tensión de carga no exceda los 15 voltios o podría producirse un daño.

Prueba de los sistemas de carga controlados por computador

La prueba en el vehículo con los sistemas de carga controlados por computador, está limitada para leer los códigos de falla y seguir con el diagnóstico y así determinar la causa del problema.

Los códigos de falla se pueden recibir con una herramienta de exploración especial, el probador diagnóstico o se puede acceder a él a través de la luz indicadora de malfuncionamiento del motor en el tablero, si el vehículo está bien equipado. Los códigos recibidos desde la memoria del computador indicarán el resultado del problema, no la causa. Los códigos de falla típicos pueden indicar lo siguiente:

- Un circuito del sistema de carga que no responde
- Una batería de alta tensión
- Una batería de baja tensión

Siguiendo correctamente los procedimientos que se señalan en el manual de diagnóstico del fabricante, se necesita para un diagnóstico preciso del problema que ocasionó la falla, que el código se fije en la memoria del computador. Ya que la función del sistema de carga depende más de los controles internos y en forma auxiliar de los relés de control, la falla al seguir los procedimientos puede entregar diagnósticos inexactos y reemplazar piezas que se encuentren en buen estado.

Análisis del sistema de carga

Síntomas

Una observación detallada del sistema de carga le permitirá detectar problemas potenciales con anticipación y tomar medidas para evitarlos.

Una reparación antes de que se produzca la falla es usualmente más conveniente y menos costosa que esperar hasta que la falla ocurra. El daño es a menudo menos severo, y usted puede escoger el momento para realizar el trabajo y evitar la paralización de una máquina durante las horas de trabajo.

Todas estas condiciones pueden ser síntomas posibles de una falla en el sistema de carga:

- Giro lento o ningún giro, luces muy débiles o apagadas.
- Electrólito bajo (excepto cuando no requiere ningún mantenimiento).
- Conector u otro componente quemado, ennegrecido, o corroído.
- Fallas del disyuntor del alternador.
- Observación visual y ruidos en el alternador, correa y polea.
- Diodos luminosos (LED) de advertencia del alternador EMS iluminados.

El giro lento o ningún giro o las luces muy débiles o apagadas pueden deberse a baterías descargadas producto de una falla en el sistema de carga. Las causas posibles de la falla incluyen las siguientes:

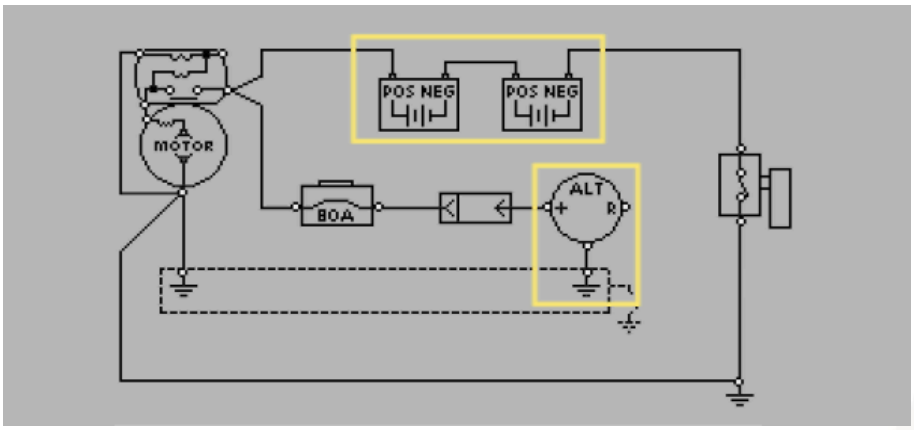


Figura 17

Lugares a revisa en caso de falla. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

- Correa de transmisión del alternador rota o que patina.
- Uno o varios diodos rectificadores dentro del alternador en cortocircuito o con interrupción del circuito
- Falla del regulador de voltaje.
- Cables en cortocircuito o con interrupción en el circuito de campo del alternador.
- Cables en cortocircuito o con interrupción en el circuito (de salida) del estator del alternador.

El giro lento o ningún giro o luces muy débiles o apagadas (debido a una falla en el alternador) pueden ser causados también por:

- Ausencia de un cable a tierra entre el terminal a tierra del motor de arranque y el bloque del motor.
- Una interrupción o una interrupción intermitente en cualquier parte del circuito de carga.
- Una resistencia alta por ejemplo, la corrosión en los terminales de la batería.
- Una polea de transmisión del alternador floja o una polea equivocada (sobre medida) instalada.
- Baterías que no pueden aceptar una carga debido a una falla interna.

Electrólito bajo

El nivel de electrólito (agua/ácido) bajo en todas las celdas de la batería (no sólo en una o dos) es causado por lo regular por un voltaje de carga excesivo (por encima de los 30,0 voltios de CC). El agua se descompone (se hidroliza) en oxígeno e hidrógeno gaseoso.

La sobrecarga puede ocasionar también la deformación de las placas de la batería. Si hacen contacto con las placas contiguas, la chispa resultante puede encender el gas de hidrógeno que se ha formado durante la carga y ocasionar que la batería explote.

El funcionamiento a altas temperaturas y baja humedad puede contribuir a la evaporación del electrólito. Este tipo de fuga ocurre mucho más lentamente que la que se produce debido a la sobrecarga.

Conector u otro componente quemado, ennegrecido, o corroído

Las superficies que calzan entre sí en un interruptor, conector, o conexión pueden desarrollar problemas diversos que interfieren con el funcionamiento del circuito. Las superficies corroídas, quemadas, ennegrecidas o fundidas pueden resultar en resistencia alta, interrupción del circuito, o cortocircuitos.

La corrosión puede ser causada por las condiciones atmosféricas (sal, neblina acida) metales no similares en contacto, o productos químicos cáusticos utilizados en la limpieza.

Las superficies quemadas pueden comenzar como superficies desgastadas que desarrollan resistencia y calor. Más a menudo, las superficies quemadas o la formación de arcos son el resultado de alto voltaje momentáneo que puede deberse a una falla del regulador de voltaje o a "descarga de la carga".

La descarga de la carga ocurre cuando un alternador se desconecta de improviso de su carga eléctrica mientras está en funcionamiento. Un breve pero muy alto "aumento repentino" de voltaje (sobre 150 voltios) puede traer corno resultado el daño irreparable de los componentes del sistema.

La descarga de la carga puede ser causada por una conexión floja o por abrir el interruptor de desconexión de la batería durante la carga.

El daño se incrementa de acuerdo con la cantidad de corriente que esté fluyendo en el momento en que ocurre la interrupción. También se incrementa si la carga es inductiva (motores eléctricos, solenoides, etc.).

Fallas del disyuntor del alternador

Un disyuntor del alternador disparado (abierto) indica una falla en el circuito de carga. La falla más probable es un cortocircuito a tierra en el alternador o a lo largo del cable de salida del alternador.

Si se reposiciona el disyuntor, la falla puede ser intermitente y podría ocurrir de nuevo. O la falla puede que se haya producido cuando una herramienta tocó el cable de salida del alternador y tierra a la vez.

Si no se reposiciona el disyuntor, es probable que aún exista la condición que causó que el disyuntor se disparara. O quizá, la sobre corriente que disparó el disyuntor también causó daño y dio lugar a que el disyuntor no se reposicionara.

Es posible que una sobre corriente sea tan fuerte que el disyuntor quede soldado en un estado "cerrado" y no pueda en lo sucesivo volver a abrir el circuito. Puede que en la parte exterior del disyuntor exista o no evidencia visual del daño (empolladuras).

Los cables, los componentes y el disyuntor pueden dañarse simultáneamente. Si sólo se daña el disyuntor la primera vez que ocurre un cortocircuito, es probable que los cables y los componentes involucrados se dañen la próxima vez porque el disyuntor ya no ofrece protección.

Afortunadamente, este tipo de falla en el disyuntor sucede muy raramente.

Alternador, correa y polea - ruidos y observaciones visuales

Estar alerta a las indicaciones visuales y audibles puede proporcionarle advertencias anticipadas de cualquier problema en el alternador. Algunos aspectos de los que se debe estar al tanto incluyen:

- Correa de transmisión floja o equivocada.
- Desgaste y rajaduras en la parte interior de la correa.
- Cojinetes del alternador seco o desgastado por completo.
- Polea floja o equivocada.
- Cable dañado o conexiones flojas.
- Alternador dañado o sobrecalentado.

Síntomas - diodos luminosos (LED) de advertencia del alternador EMS iluminados

El Sistema de Monitoreo Electrónico (EMS) monitorea el funcionamiento normal del sistema de carga mediante la detección de la salida en el terminal R (1) del alternador. Cuando se detecta un problema, el diodo luminoso #8 en el panel del EMS (2) se ilumina. El origen del problema puede ser lo mismo mecánico que eléctrico.

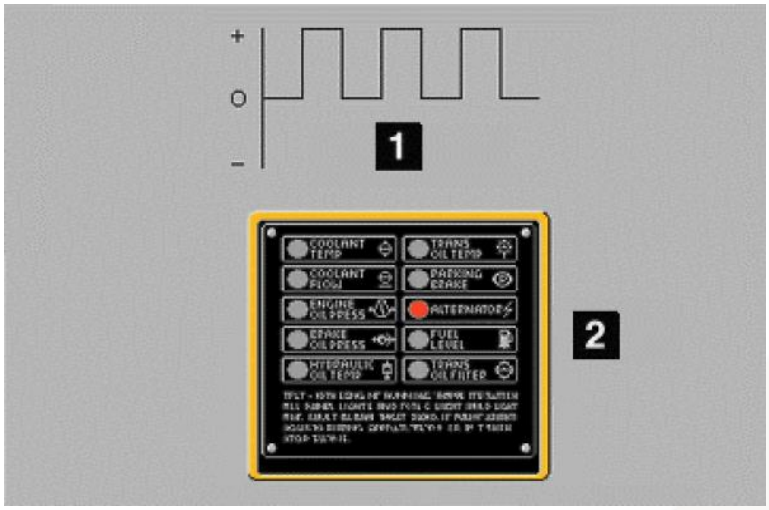


Figura 18

Indicación de falla en el alternador. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

También es posible, pero improbable, que el propio sistema del EMS haya fallado.

Para determinar el tipo de problema, mida el voltaje en el terminal R. El mínimo debe ser de: 94 Hz y 13,25 voltios de CC (promedio) para un sistema de 24 voltios, o de 94 Hz y 6,75 voltios de CC para un sistema de 12 voltios.

Fallas del circuito de carga.

Los problemas en el sistema de carga pueden ser ocasionados por una falla de interrupción del circuito, resistencia, cortocircuito, o un cortocircuito a tierra en el alternador.

Las consecuencias de cada una de estas fallas eléctricas pueden demostrarse en el mismo circuito de carga de muestra ya utilizado para describir el funcionamiento normal.

a) Interrupción del circuito

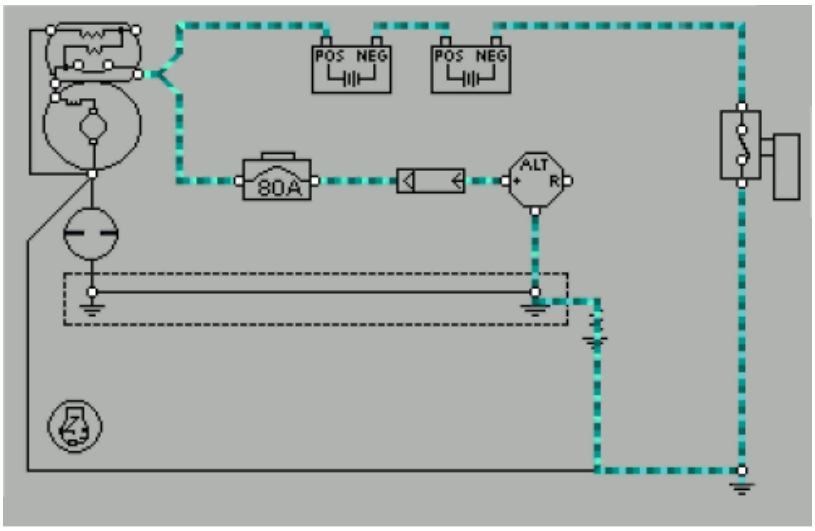


Figura 19

Circuito con salida a tierra no deseada. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Una interrupción en esta parte del circuito reorienta la corriente de carga desde el cable a tierra del motor, su vía a tierra normal, a una vía a tierra indeseable a través de los cojinetes principales del motor. Esto da lugar a que los cojinetes se dañen y debe evitarse. El cable a tierra del motor es una parte esencial del circuito de carga, debido a que evita ese daño.

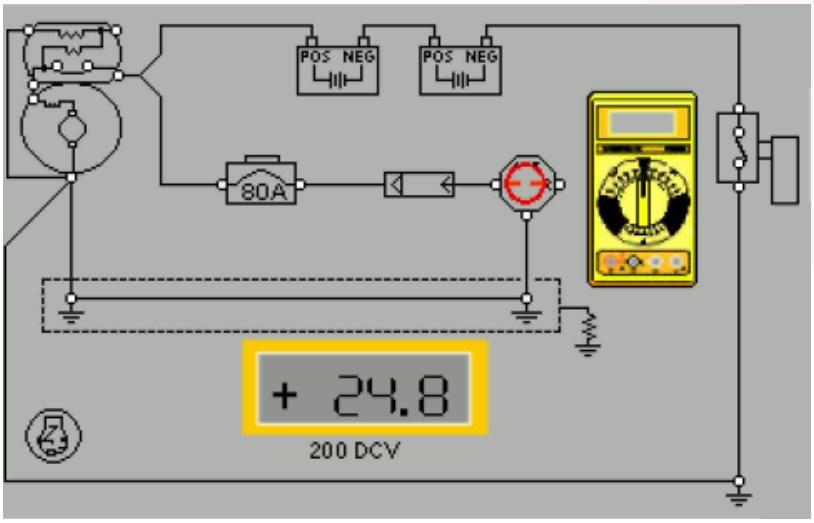


Figura 20

Interrupción del circuito en el regulador de voltaje. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

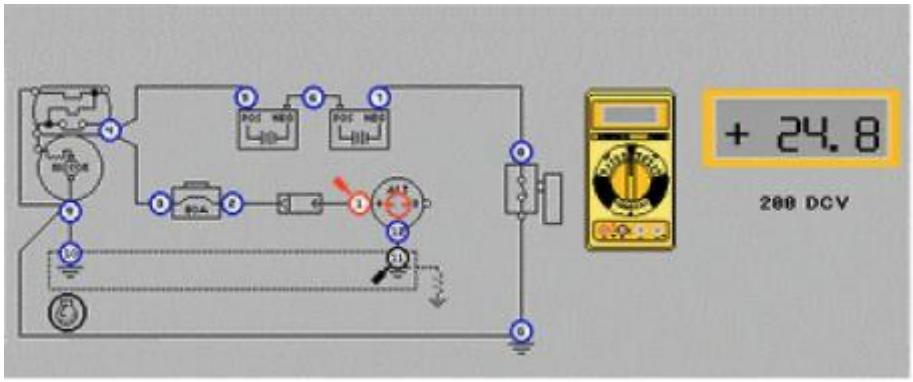


Figura 21

Aquí, una interrupción del circuito en el regulador de voltaje ha cortado la corriente al devanado del campo del alternador. Esto evita por completo que el alternador pueda generar alguna salida. Una interrupción en el devanado de campo tendría el mismo efecto. Una

Interrupción en una fase de los devanados de salida reduciría la corriente de salida, pero los devanados de las otras dos fases podrían seguir funcionando todavía.

Figura 56. Medición del voltaje que está entregando el alternador. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Cuando las baterías han recibido carga en alta en vacío por lo menos durante 10 minutos, la lectura de voltaje desde el terminal de salida del alternador hasta el terminal de tierra debe ser 27.5 ± 1.0 voltios de CC, o 28.0 ± 1.0 voltios de CC para los sistemas conformados a los estándares de 1991. Con una interrupción del circuito en el regulador que evite que el alternador funcione, el voltaje del sistema cae al mismo nivel de la batería (en este caso 24.8).

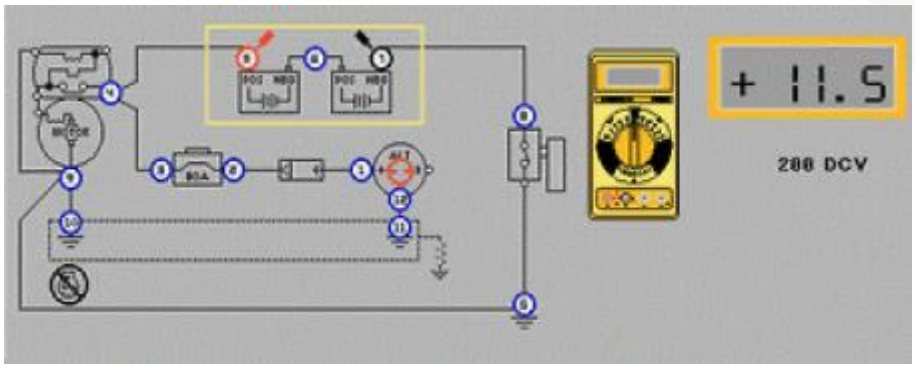


Figura 22

Disminución de la carga de las baterías por no carga del alternador. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Cuando el alternador falla, las baterías no se recargan. Por lo tanto, la carga de la batería disminuye cada vez que se le coloca una carga. En algún momento las baterías se descargarán hasta un punto en que no podrán girar el motor o hacer funcionar los accesorios.

Resistencia

Una resistencia imprevista (como la que produce la corrosión en un terminal de cable) en serie con la carga prevista (baterías y accesorios) le roba la energía al sistema de carga y produce una caída de voltaje a través de la resistencia, que deja menos voltaje para el sistema. El bajo voltaje del sistema da lugar a que haya menos energía disponible debido a que el voltaje de salida del alternador y la corriente están limitados.

Una resistencia que produzca una caída de voltaje mayor de 1 voltio en un sistema de 24 voltios trae por resultado mayor tiempo de carga de la batería, y puede evitar también que las baterías lleguen a alcanzar un estado de carga plena. La resistencia puede que no se deba por completo a un componente, pero puede que sea la suma de todas las caídas de voltaje en el circuito

Cortocircuito

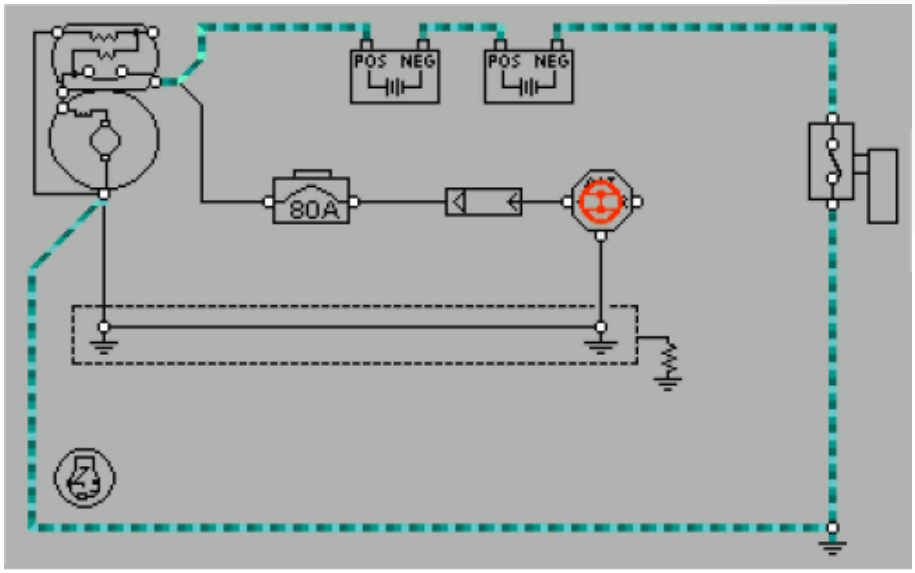


Figura 23

Corto circuito en el regulador de voltaje. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Un cortocircuito en este regulador de voltaje ha provocado corriente de campo completa (3 4 amperios) en el alternador. Debido a que las baterías fueron completamente cargadas y tienen una alta resistencia interna, el voltaje ha aumentado a más de 30 voltios, pero la corriente de carga es sólo de 15 a 20 amperios. La mayoría de la corriente va al agua de la batería hidrolizada (convierte el agua en oxígeno e hidrógeno-gaseosos) la cual entonces se evapora.

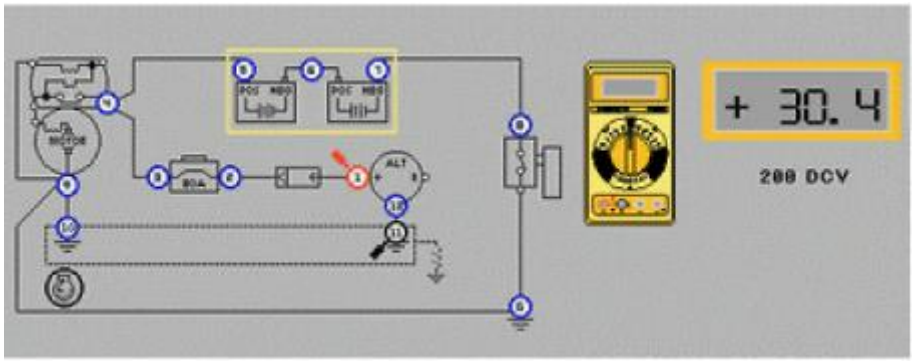


Figura 24

Alternador está entregando un voltaje mayor a la norma. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

El voltaje alto es una advertencia de que se está produciendo una sobrecarga en las baterías. Investigue si observa que el voltaje de carga está por encima de la especificación. Si el voltaje está sobre 30, se debe resolver el problema inmediatamente para evitar posibles daños a las baterías (placas de la batería deformadas, chispas internas, explosión) y al regulador de voltaje.

Corto circuito a tierra

Un corto circuito a tierra de 0,3 ohmios o menos en un sistema de 24 voltios entre el alternador y el disyuntor del alternador puede hacer que se dispare un disyuntor de 80 amperios (para proteger las baterías). Disyuntores de otras capacidades se dispararán a resistencias diferentes. La salida nominal total del alternador se desviará hacia el cortocircuito a tierra.

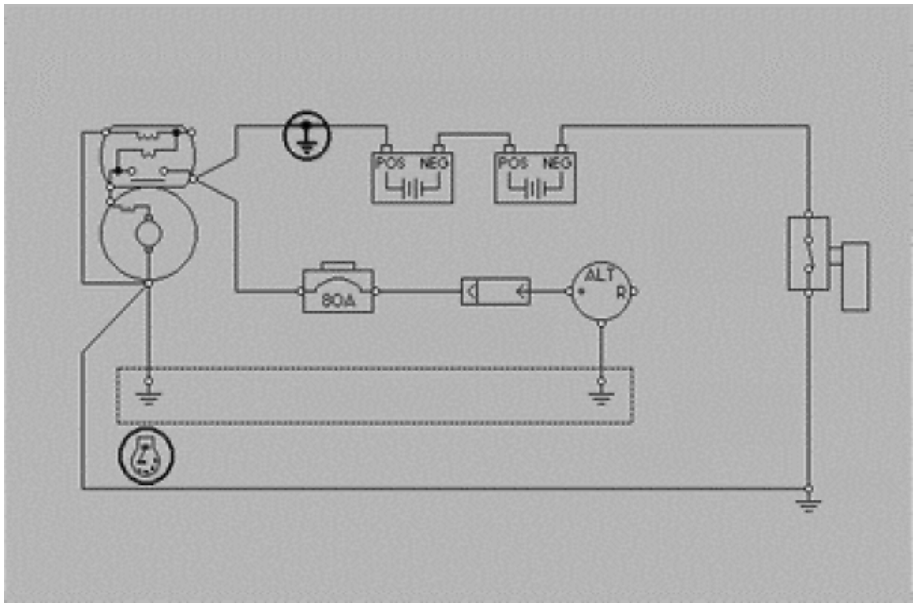


Figura 25

Circuito de carga con un corto circuito a tierra. (Gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Un cortocircuito a tierra en cualquier cable fijado al borne positivo de la batería pone en cortocircuito a las baterías, las que pueden suministrar corrientes muy altas. La resistencia baja se define aquí como menos de 2,0 ohmios. Un cortocircuito a tierra de menos de 0,5 ohmios puede fundir el cable y quemar el aislante. Un cortocircuito a tierra con resistencia alta (2,0 ohmios o más) incrementará la carga del alternador, y con el motor en desconexión (off), descargará las baterías.

1.2 Solución de averías del sistema de 24 Volt

Guía de solución de averías en motores

La siguiente guía de solución de averías está basada en el motor C175 de Caterpillar, este debe ser tomado solo como referencia.

Sistema de admisión y escape

El escape tiene exceso de humo blanco

Nota:
Cuando el motor funciona normalmente, se puede presentar algún humo blanco durante las condiciones de arranque en frío. Si el humo blanco persiste, puede haber un problema.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- Auxiliares de arranque
- Sensor de temperatura del refrigerante
- Sistema de combustible de baja presión Sistema de enfriamiento
- Fichero Flash

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	Valores	Resultados
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de diagnóstico dirigido a este procedimiento está presente.	Códigos	**Resultado**: hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código está presente para la temperatura de un orificio de escape. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA

D. Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que está dirigido a este procedimiento.		
2. Revisar los auxiliares de arranque **A.** Asegúrese de que el recipiente de éter no esté vacía o con poco contenido. **B.** Use el Cat ET para verificar que el motor haya salido de la modalidad en frío. **Nota:** durante la modalidad en frío, la sincronización de la inyección de combustible se modifica. Cuando el motor está en la modalidad de frío, la estrategia de desconexión de cilindros en frío puede estar activa. **C.** Compruebe el calentador del agua de las camisas (si se aplica) para ver si la operación es apropiada.	Éter y calentador	**Resultado:** la lata de éter está **correcta**. Continúe en este paso. **Resultado:** la lata de éter está vacía o con poco contenido **Reparación:** reemplace la lata de éter si está vacía o con poco contenido. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Auxiliar de arranque con éter - Probar". Continúe en este paso. **Resultado:** la desactivación de cilindros durante la modalidad en frío puede causar variaciones en las vibraciones y en la potencia disponible. Esto es normal. • Continúe en este paso. **Resultado:** el calentador de agua de las camisas está **CORRECT**O. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el calentador de agua de las camisas **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace el calentador del agua de las camisas. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

3. Revise el sensor de temperatura del refrigerante **A.** Use el Cat ET para verificar que el motor haya salido de la modalidad en frío. **B.** Compare la temperatura del refrigerante del Cat ET con la temperatura del refrigerante que se obtiene del Adaptador de Temperatura **6V-9130** (MULTÍMETRO).	Temperatura	**Resultado:** las lecturas de temperatura son razonables para las condiciones actuales. • Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** las lecturas de temperatura no son razonables para las condiciones actuales. **Reparación:** si se sospecha un problema con el sensor, consulte Localización y Solución de Problemas, "Señal del sensor (analógica, pasiva) - Probar" para obtener detalles relacionados con la localización y solución de problemas con el sensor y su circuito. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Revise el sistema de combustible de baja presión **A.** Realice una inspección visual de los componentes del sistema de combustible. **B.** Revise la presión de combustible durante el arranque. Consulte en Operación de Sistemas / Pruebas y Ajustes los valores correctos de las presiones. **C.** Revise la presión del combustible filtrado. Revise la presión de combustible durante el arranque. Consulte en Operación de Sistemas/ Pruebas y Ajustes los valores correctos de las presiones. **D.** Revise para ver si hay aire en el sistema de combustible. Consulte Operación de Sistemas/Pruebas y Ajustes para obtener detalles.	Presión del combustible	**Resultado:** la presión de combustible es **CORRECTA**. Continúe en este paso. **Resultado:** la presión de combustible es baja. **Reparación:** reemplace los filtros de combustible. Si la presión del combustible sigue siendo baja, consulte Localización y Solución de Problemas, "La presión del combustible es baja" para obtener información adicional relacionada con la localización y solución de problemas del sistema de combustible de baja presión. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

5. Control del sistema de enfriamiento **A.** Revise si hay una fuga interna de refrigerante en el cilindro o en el escape. Consulte Operación de Sistemas/Pruebas y Ajustes para obtener información sobre la inspección del sistema de enfriamiento.	Fuga	**Resultado:** hay una fuga. **Reparación:** según sea necesario. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay una fuga. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
6. Revise el archivo Flash **A.** Verifique si el archivo Flash es el correcto.	Flash	**Resultado:** el archivo Flash es **CORRECTO**. **Resultado:** el archivo Flash **NO ES CORRECTO**. **Reparación:** verifique que esté instalado el archivo Flash más reciente. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Software del ECM - Instalar".

Tabla 2

El escape tiene exceso de humo negro

Utilice este procedimiento para localizar y solucionar una condición de excesivo humo negro en el escape del motor.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- Sistema de admisión de aire o de escape
- Sensor de presión atmosférica
- Sensor de presión del múltiple de admisión
- Problema en el tren de engranajes
- Fichero Flash

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de diagnóstico dirigido a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que está dirigido a este procedimiento.	Códigos	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código está presente para la temperatura de un orificio de escape. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA
2. Revise los sistemas de admisión de aire y de escape **A.** Vea si hay restricciones o fugas en el sistema de admisión de aire. **1.** Revise si hay una restricción en un filtro de aire. **2.** Realice una inspección visual del sistema en busca de daños o restricciones. Inspeccione también el sistema de admisión de aire en busca de fugas en la tubería.	Fugas, restricciones o daños	**Resultado:** los sistemas de admisión de aire y escape están **CORRECTOS**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** los sistemas de admisión de aire y escape **NO ESTÁN CORRECTOS**. **Reparación:** repare cualquier fuga que se encuentre. Quite cualquier restricción que encuentre. Reemplace cualquier componente dañado que encuentre. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

B. Asegúrese de que los turbocompresores estén en buen estado. **C.** Vea si hay restricciones en el sistema de escape.		
3. Inspeccione el sensor de presión atmosférica **A.** Inspeccione para ver si hay suciedad y/o basura en el sensor de la presión atmosférica.	(50 kPa)(7 lb/pulg2) - (100 kPa) (14lb/pulg2)	**Resultado:** el sensor de la presión atmosférica es de (50kPa)(7 lb/pulg2) - (100 kPa) (14lb/pulg2). Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el sensor de presión atmosférica no es de (50kPa) (7 lb/pulg2) - (100 kPa) (14lb/pulg2). **Reparación:** quite la tierra y los residuos que encuentren. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Controle el sensor de presión del múltiple de admisión, la "posición del combustible" y el "límite FRC de combustible" 1. Vigile el estado de los parámetros "Fuel Position" (Posición del combustible) y "Rated Fuel Limit" (Límite nominal de combustible) mientras el motor está en funcionamiento con carga plena. 2. Verifique que no haya códigos de diagnóstico activos para el sensor de presión del múltiple de admisión. **3.** Vigile el estado de "Intake Manifold Pressure" (Presión del múltiple de admisión) y "Intake Manifold #2 Pressure" (Presión del múltiple de admisión No. 2) en el ET Cat.	Sensor	**Resultado:** Si "Fuel Position" (Posición del combustible) es igual a "Rated Fuel Limit" (Límite nominal de combustible) y "Fuel Position" (Posición del combustible) es menor que "FRC Fuel Limit" (Límite FRC de combustible), el ECM proporciona el control correcto. Continúe en este paso. **Resultado:** la "Presión del múltiple de admisión" y la "Presión del múltiple de admisión No. 2" debe ser de aproximadamente 0kPa (0 lb/pulg2). Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la "Presión del múltiple de admisión" y la "Presión del múltiple de admisión No. 2" no es de aproximadamente 0kPa (0 lb/pulg2).

		Reparación: reemplace el sensor del múltiple de admisión. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
5. Revise la calidad del combustible. **A.** Revise el análisis del combustible. El tiempo frío afecta negativamente las características del combustible. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento para obtener información sobre cómo mejorar las características del combustible durante la operación en tiempo frío. Sistemas/Pruebas y Ajustes para obtener detalles.	Combustible	**Resultado:** la presión de combustible es **CORRECTA**. Continúe en este paso. **Resultado:** la presión de combustible es baja. **Reparación:** reemplace los filtros de combustible. Si la presión del combustible sigue siendo baja, consulte Localización y Solución de Problemas, "La presión del combustible es baja" para obtener información adicional relacionada con la localización y solución de problemas del sistema de combustible de baja presión. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
7. Verifique el ajuste del juego de las válvulas. **A.** Revise el juego de válvulas.	Juego de válvulas	**Resultado:** el juego de las válvulas es **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el juego de las válvulas **NO ES CORRECTO**. **Reparación:** consulte Operación de Sistemas/Pruebas y Ajustes para obtener información relacionada con los ajustes de las válvulas. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

8. Revise para ver si hay un problema del tren de engranajes **A.** Inspeccione el cigüeñal y los engranajes del árbol de levas para la orientación apropiada. **B.** Revise el tren de engranajes para ver si hay excesivo desgaste.	Sincronización y desgaste	**Resultado:** el cigüeñal y los engranajes del árbol de levas están sincronizados. Continúe en este paso. **Resultado:** el cigüeñal y los engranajes del árbol de levas no están sincronizados. **Reparación:** consulte el Manual de Desarmado y Armado para mayor información sobre la sincronización del motor. **Resultado:** el tren de engranajes tiene excesivo desgaste. **Reparación:** consulte el manual Pautas de reutilización y recuperación. **Resultado:** el tren de engranajes no tiene un desgaste excesivo. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
9. Revise el archivo Flash **A. Verifique si el archivo Flash es el correcto.**	Archivo Flash	**Resultado: el archivo Flash NO ES CORRECTO.** **Reparación:** verifique que esté instalado el archivo Flash más reciente. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Software del ECM - Instalar" para obtener información.

Tabla 3

Sistema de enfriamiento.

Baja presión del refrigerante

Causas probables

- Bajo nivel bajo refrigerante
- Tuberías de refrigerante dañadas
- Bloqueo del radiador
- Bloqueo del intercambiador de calor del enfriador de aceite
- Sensor de presión de salida de la bomba del refrigerante del motor
- Bomba de refrigerante del agua de las camisas

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de diagnóstico dirigido a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que está dirigido a este procedimiento.	E2112	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código E2112 está presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA
2. Revise para ver si hay bajo nivel de refrigerante	Nivel	**Resultado:** el nivel de

3. Revise para ver si hay una tubería del sistema de enfriamiento dañada **A.** Inspeccione las tuberías para ver si se producen las siguientes condiciones: **-** Daños **-** Aplastamientos **-** Elementos doblados **B.** Inspeccione las fundas de goma: busque si hay señales de fisuras, aplastamientos y rotura total.	Daños	**Resultado:** la tubería del sistema está **CORRECTA**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la tubería del sistema **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** repare o reemplace las tuberías o fundas dañadas. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso de prueba.
4. Inspeccione el radiador para ver si hay obstrucción **A.** Vea si hay obstrucciones internas en el radiador. **B.** Revise la diferencia de temperatura entre la admisión y la salida del radiador.	Obstrucción	**Resultado:** el radiador está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el radiador **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** limpie el radiador o realice las reparaciones necesarias. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso de prueba.
5. Revise si el enfriador de aceite tiene un bloqueo **A.** Inspeccione el lado de admisión del enfriador de aceite en busca de residuos y bloqueos.	Obstrucción	**Resultado:** el enfriador de aceite está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el enfriador de aceite **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** limpie el enfriador de aceite o realice las reparaciones necesarias. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso de prueba.
6. Revise el sensor de presión de salida de la bomba de refrigerante del motor **A.** Mientras el motor esté apagado y el sistema de enfriamiento esté frío, quite la tapa de presión	Sensor	**Resultado:** para los sensores que funcionan correctamente, las presiones son equiparables. El sensor está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente.

cuidadosamente para aliviar la presión del sistema. Mientras no haya presión en el sistema de enfriamiento, use el Cat ET para revisar el estado del parámetro "Engine Coolant Pump Outlet Pressure (Absolute)" (Presión de la salida de la bomba de refrigerante del motor (absoluta)). **B.** Compare la "presión de salida de la bomba de refrigerante del motor (Absoluta)" con el parámetro de estado de la "presión atmosférica". "Presión de salida de la bomba del refrigerante del motor (Absoluta)"		**Resultado:** el sensor **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** reemplace los componentes dañados. Consulte el manual de Desarmado y Armado. Si no se soluciona el problema, Continúe con el paso siguiente.
7. Instale un medidor mecánico para verificar la presión del refrigerante **A.** Instale un medidor mecánico cerca del sensor de presión del refrigerante. **B.** Use el medidor para verificar que exista una baja presión del refrigerante.	Medidor mecánico	**Resultado:** el medidor mecánico no confirma que la presión del refrigerante sea baja. Localice y solucione el circuito del sensor de presión del refrigerante. Verifique que la reparación resuelva la falla original. **Resultado:** el medidor mecánico confirma que la presión del refrigerante es baja. Efectúe las siguientes revisiones: **-** Revise los termostatos de agua para ver si funcionan correctamente. **-** Revise para ver si hay el taponamiento del intercambiador de calor. **-** Inspeccione la bomba del refrigerante para ver si hay daños en el rodete. **Reparación:** realice las reparaciones necesarias.

8. Inspeccione la bomba de refrigerante del agua de las camisas **A.** Inspeccione los álabes del rodete.	Bomba	**Resultado:** la bomba está **CORRECTA.** **Resultado:** la bomba **NO ESTÁ CORRECTA.** **Reparación**: repare los álabes del rodete. Reemplace las piezas, si es necesario. Consulte el manual de Desarmado y Armado del motor para obtener detalles.

Tabla 4

Baja temperatura del refrigerante

Código y descripción: E199 (1) Baja temperatura del refrigerante

Condiciones que generan este código: La temperatura del refrigerante del motor está por debajo de la temperatura del punto de activación para el tiempo de demora programado.

Respuesta del sistema: Se registra el código.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- Cargas ligeras
- Módulo de Control de Temperatura (TCM)

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET, Electronic Technician) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue el "Informe de estado del producto" desde el ECM del motor antes de realizar cualquier localización y solución de problemas o de	E199	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** hay un código E199 presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA

borrar los códigos de fallas de diagnóstico. **C.** Determine si el código de diagnóstico dirigido a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que está dirigido a este procedimiento.		
2. Revise para ver si hay cargas ligeras **A.** Consulte con el operador para determinar el factor de carga normal.	La carga	**Resultado:** el factor de carga está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el factor de carga es menos del 50%, **NO ESTÁ CORRECTO**. **Nota:** este enfriamiento excesivo se produce por una cantidad reducida del calor que produce el motor durante las cargas ligeras. **Reparación:** opere el motor a una carga que sea mayor que el 50%. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

Tabla 5

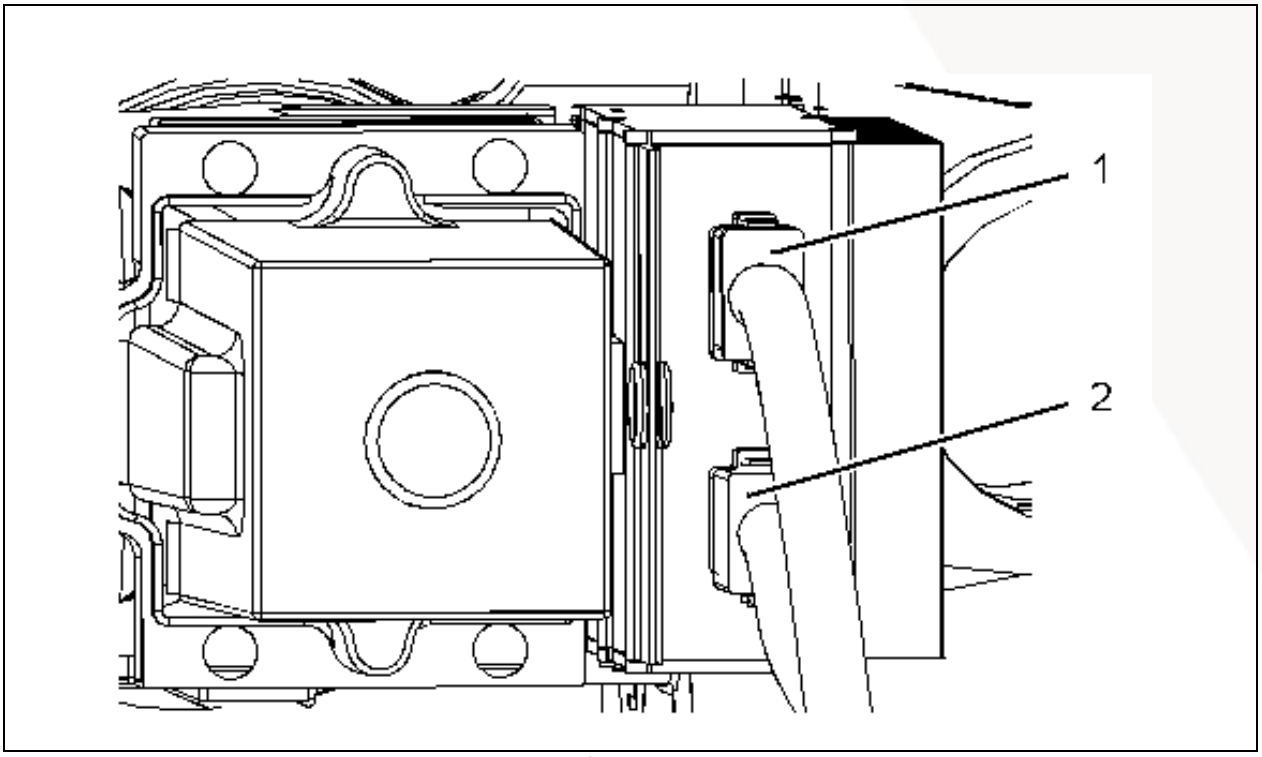


Figura 26

Ubicaciones de los conectores para el módulo de control de temperatura
(1) Conector de 8 clavijas para el conjunto de motor y el dispositivo de comunicaciones
(2) Conector de 12 clavijas para el mazo de cables del motor

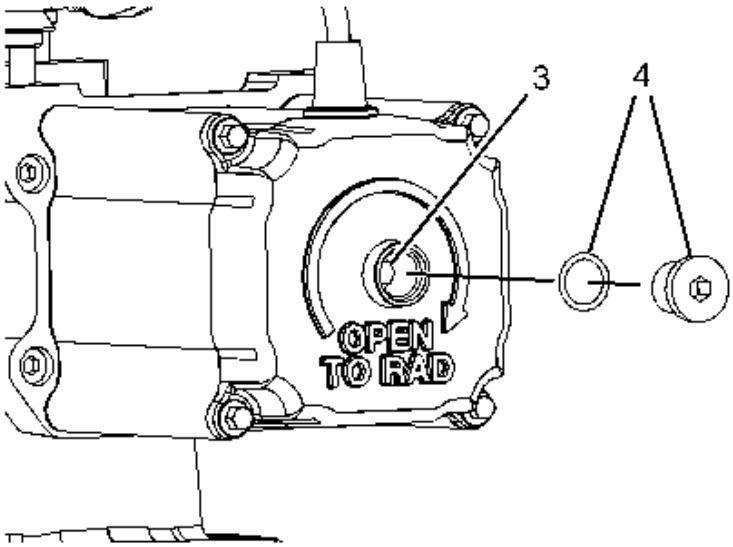


Figura 27

Remoción de la tapa de inspección del conjunto de motor
(3) Extensión de eje principal

(4) Tapón y sello anular

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
3. Revise el módulo de control de temperatura **A.** Realice el siguiente procedimiento: **1.** Inspeccione visualmente el cableado entre el módulo de control de temperatura y el sensor de temperatura del refrigerante, y entre el módulo de control de temperatura y el suministro de corriente. Inspeccione visualmente el conector de 12 clavijas y el conector de 8 clavijas en el módulo de control de temperatura. Revise para ver si hay una conexión ajustada en los conectores. **B.** Revise para ver si hay operación apropiada del módulo de control de temperatura: **1.** Asegúrese de que el interruptor de llave esté en la posición DESCONECTADA. Haga girar la desconexión eléctrica a la posición DESCONECTADA. **2.** Quite el tapón (4) del conjunto de motor. Quite la tapa de inspección del conjunto de motor. **3.** Use la llave apropiada para girar la extensión del eje principal. Asegúrese de que el eje gire libremente. Haga girar el eje para asegurarse de que el pistón no esté colocado en uno de los topes de extremo de la válvula.	Los conectores y el cableado, la operación del TCM y 18 V - 32 V	**Resultado:** los conectores y el cableado están **CORRECTOS**. Continúe en este paso. **Resultado:** los conectores y el cableado **NO ESTÁN CORRECTOS**. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Continúe en este paso. **Resultado:** el TCM está **CORRECTO**. Continúe en este paso. **Resultado:** el TCM **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** si el pistón se atasca durante el recorrido, desarme e inspeccione el montaje del motor para determinar la causa del atascamiento. No aplique fuerza excesiva en la extensión del eje principal. Pueden ocurrir daños graves a los cojinetes del eje. Consulte Desarmado y Armado, "Válvula termostática-Desarmar" para más información sobre las instrucciones de desarmado. **Nota:** el TCM se puede operar en una modalidad manual desconectando el conector de 8 clavijas del conjunto de motor del TCM. La válvula puede colocarse manualmente usando una llave en la extensión del eje

4. Visualmente inspeccione la extensión del eje principal (3) para controlar la rotación, mientras se establece el suministro de corriente al ECM y al circuito del interruptor de llave. El eje gira varias veces durante la secuencia de arranque. **5.** Durante la secuencia de arranque, preste atención si la válvula llega al tope de extremo. Escuche que el pistón martillee en el tope de extremo para establecer la posición de la válvula. **6.** Con el interruptor de llave y la desconexión eléctrica en la posición CONECTADA, desconecte el conector del mazo de cables del motor (conector de 12 clavijas) en el controlador. Los códigos de diagnóstico se activan para la válvula. **7.** Use una llave para hacer girar la extensión del eje principal para posicionar el pistón de la válvula fuera del tope de extremo de la válvula. **8.** Conecte el conector y observe el conjunto de motor. La válvula repite la secuencia de energizado cuando se conecta el mazo de cables del motor (suministro de corriente). Mientras conecta el conector, revise la rotación de la extensión del eje principal. La válvula golpea el tope de extremo. **9.** Gire el interruptor de llave y la desconexión eléctrica a la posición DESCONECTADA. Reemplace la tapa de inspección y conecte todos los conectores. **C.** Desconecte el conector del mazo de cables del motor (conector de 12 clavijas) en el		principal. Este método se puede usar para diagnosticar problemas con otros componentes del sistema de enfriamiento. Al desconectar el conector del conjunto de motor no se activan códigos de diagnóstico para el TCM. **Resultado:** el voltaje de suministro del TCM está entre 18 VCC y 32 VCC. **Resultado:** el voltaje de suministro del TCM no está entre 18 VCC y 32 VCC. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si no se ha resuelto el problema, consulte a su técnico comunicador (TC) para obtener instrucciones adicionales.

módulo de control de temperatura. **D.** Mida el voltaje de batería entre el terminal 1 (terminal positivo de la batería) y el terminal 5 (retorno) en el lado del mazo de cables del conector de 12 clavijas. El voltaje de suministro para el módulo de control debe estar entre 18 VCC y 32 VCC. **E.** Restablezca los cables a la configuración original.		

Tabla 6

La temperatura del refrigerante es alta

Utilice este procedimiento para localizar y solucionar problemas de alta temperatura del refrigerante, o si uno de los siguientes códigos de suceso está activo. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Códigos de suceso" para obtener información sobre los códigos de suceso. Acceda al Sistema Monitor del motor en el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar para ver los puntos de activación actuales para estos códigos. Para obtener información sobre el Sistema Monitor del motor, consulte Localización y Solución de Problemas, "Sistema Monitor del motor".

Descripción: E361 (1) Alta temperatura del refrigerante del motor, E361 (2) Alta temperatura del refrigerante del motor, E361 (3) Alta temperatura del refrigerante del motor,

Condiciones que generan este código: La temperatura del refrigerante del motor está por encima de la temperatura del punto de activación para el tiempo de demora programado.

Respuesta del sistema: Se registra el código.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- Bajo nivel bajo refrigerante
- Radiador
- Fuga de refrigerante
- Ventilador de enfriamiento del motor
- Tapa de presión para el radiador

- Módulo de Control de Temperatura (TCM) Bomba del agua de las camisas
- Sobrecarga del motor

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de suceso que se dirige a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que se dirige a este procedimiento.	E361 o 4193-0	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código E361 o 4193-0 está presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA
2. Bajo nivel del refrigerante **A.** Inspeccione el nivel del refrigerante.	Refrigerante	**Resultado:** el nivel de refrigerante es **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el nivel del refrigerante **NO ES CORRECTO**. **Reparación:** añada refrigerante Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

3. Radiador **A.** Vea si hay tierra o basura en las aletas refrigerantes en el radiador. **B.** Vea si hay daños en las aletas del radiador. **C.** Vea si hay obstrucciones internas en el radiador. Revise la diferencia de temperatura entre la admisión y la salida del radiador.	Radiador	**Resultado:** las aletas de enfriamiento están limpias. Continúe en este paso. **Resultado:** las aletas de enfriamiento no estén limpias. **Reparación:** quite la suciedad y los residuos. **Resultado:** las aletas de enfriamiento están dañadas. **Reparación:** consulte el manual de Operación de Sistemas / Pruebas y Ajustes para obtener instrucciones para probar e inspeccionar el sistema de enfriamiento. **Resultado:** las aletas de enfriamiento no estén dañadas. Continúe en este paso. **Resultado:** el radiador tiene un una obstrucción interna. **Reparación:** limpie el radiador o realice las reparaciones necesarias. **Resultado:** el radiador no tiene una obstrucción interna Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Fuga de refrigerante **A.** Revise el sistema de enfriamiento para ver si hay fugas. **1.** Inspeccione para ver si hay presencia de burbujas en el refrigerante. **Nota:** la cavitación reduce la eficiencia del sistema de enfriamiento. **2.** Compruebe para ver si hay gases de combustión en el sistema de enfriamiento.	Fuga	**Resultado:** el sistema de enfriamiento está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el sistema de lubricación **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

5. Ventilador de enfriamiento del motor **A.** Compruebe si la operación del ventilador de enfriamiento es apropiada.	Ventilador	**Resultado:** el ventilador de enfriamiento está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el ventilador de enfriamiento **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
6. Tapa de presión para el radiador **A.** Compruebe la operación de la válvula de alivio de presión y de la tapa del radiador.	Válvula de alivio	**Resultado:** la válvula de alivio de presión está **CORRECTA**. **Resultado:** la válvula de alivio de presión **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** si es necesario, limpie el sello y la superficie de asiento de la tapa. Revise que la superficie de asiento en el cuello de llenado del radiador esté limpia y en buen estado. Si los componentes del sellado de la tapa de presión son sospechosos, reemplace la tapa.

7. Módulo de control de temperatura **A .Realice el siguiente procedimiento:** **1.** Inspeccione visualmente el cableado desde el TCM hasta el sensor de temperatura del refrigerante y desde el módulo de control de temperatura hasta		**Resultado:** los conectores y el cableado están **CORRECTOS**. Continúe en este paso. **Resultado:** los conectores y el cableado **NO ESTÁN CORRECTOS.** **Reparación:** repare o reemplace según sea

el suministro de corriente. Inspeccione visualmente el conector de 12 clavijas y el conector de 8 clavijas en el módulo de control de temperatura. Revise para ver si las conexiones de los conectores están firmes. **B.** Revise el control electrónico de temperatura de fluidos para ver si funciona correctamente. **1.** Asegúrese de que el interruptor de llave esté en la posición DESCONECTADA. Haga girar la desconexión eléctrica a la posición DESCONECTADA. **2.** Quite los pernos de la tapa (4) del conjunto de motor. Quite la tapa de inspección del conjunto de motor. **3.** Use la llave apropiada para hacer girar la extensión del eje principal. Asegúrese de que el eje gire libremente. Haga girar el eje para asegurarse de que el pistón no está colocado en uno de los topes de extremo de la válvula. **4.** Visualmente inspeccione la extensión (3) del eje principal para comprobar que rota, mientras establece el suministro de corriente al ECM y al circuito del interruptor de llave. El eje gira varias veces durante la secuencia de arranque. **5.** Durante la secuencia de arranque, escuche para averiguar si la válvula llega al tope del extremo. Escuche si el	Los conectores y el cableado, la operación de TCM y 18 V - 32 V	necesario. Continúe en este paso. **Resultado: el TCM está CORRECTO.** Continúe en este paso. **Resultado: el TCM NO ESTÁ CORRECTO.** **Reparación:** si el pistón se atasca durante el desplazamiento, desarme e inspeccione el montaje del motor para determinar la causa del atascamiento. No aplique fuerza excesiva en la extensión del eje principal. Pueden ocurrir daños graves en los cojinetes del eje. Consulte Desarmado y Armado, "Válvula termostática - Desarmar" para las instrucciones de desarmado. **Nota:** se puede operar el TCM en una modalidad manual desconectando el conector de 8 clavijas del conjunto de motor del TCM. La válvula puede colocarse manualmente usando una llave en la extensión del eje principal. Este ajuste manual se puede usar para diagnosticar problemas con otros componentes del sistema de enfriamiento. Al desconectar el conector del conjunto de motor no se activan códigos de diagnóstico para el TCM. **Resultado:** el voltaje del suministro de corriente del TCM está entre 18 VCC y 32 VCC. **Resultado:** el voltaje del suministro de corriente del

pistón martillea en el tope de extremo para establecer la posición de la válvula. **6.** Con la desconexión eléctrica en la posición CONECTADA, desconecte el conector del mazo de cables del motor (12 clavijas) en el controlador. Los códigos de diagnóstico relacionados con la válvula se activarán. **7.** Use una llave para hacer girar la extensión del eje principal para colocar el pistón de la válvula fuera del tope de extremo de la válvula. **8.** Conecte el conector y observe el conjunto de motor. La válvula repite la secuencia de energizado cuando se conecta el mazo de cables del motor (suministro de corriente). Mientras conecta el conector, revise la rotación de la extensión del eje principal. La válvula golpea el tope del extremo. **9.** Haga girar la desconexión eléctrica a la posición DESCONECTADA. Reemplace la tapa de inspección y conecte todos los conectores. **C.** Desconecte el conector del mazo de cables (12 clavijas) en el módulo de control de temperatura. **D.** Mida el voltaje de batería entre el terminal 1 (terminal positivo de la batería) y el terminal 5 (retorno) en el lado del mazo de cables del conector de 12 clavijas del TCM. El voltaje del suministro de corriente del módulo de control debe estar entre 18 VCC y 32 VCC.		TCM no está entre 18 VCC y 32 VCC. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si el problema no se ha resuelto, comuníquese con el Ingeniero de servicio para obtener más instrucciones**.**

E. Restablezca los cables a la configuración original.		
8. Bomba del agua de las camisas **1.** Inspeccione los álabes del rodete de la bomba de agua para ver si tienen daños o erosión.	Daños	**Resultado:** los álabes del rodete están CORRECTOS. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** los álabes del rodete NO ESTÁN CORRECTOS. Reparación: repare los álabes y reemplace las piezas, si es necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
9. Sobrecarga del motor **A.** Determine si el motor está sobrecargando. **NOTA:** cuando el motor funciona en condiciones de sobrecarga, las rpm del motor no aumentan al aumentar el combustible. La condición de sobrecarga puede causar altas temperaturas del cilindro. Las altas temperaturas del cilindro pueden causar una temperatura alta del refrigerante.	La carga	**Resultado:** el motor no está sobrecargado. **Resultado**: el motor está sobrecargando. **Reparación:** reduzca la carga del motor a un límite aceptable.

Figura 28

El refrigerante contiene aceite

Causas probables

- Bomba de agua
- Núcleo del enfriador de aceite del motor
- Empaquetadura de la culata de cilindro
- Culata de cilindro
- Camisa de cilindro
- Bloque de motor

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	Valores	Resultados
1. Inspeccione la bomba de agua. **A.** Revise para ver si hay fugas alrededor del sello de la bomba de agua. **B.** Vea si hay daños en: **-** El sello **-** El eje de rodete **-** Los cojinetes del eje de rodete	Fuga o daños	**Resultado:** la bomba está **CORRECTA**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la bomba **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** reemplace los componentes dañados. Consulte el manual de Desarmado y Armado. Drene el cárter y llénelo con aceite limpio de motor. Instale nuevos filtros de aceite del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
2. Inspeccione el núcleo del enfriador de aceite del motor **A.** Revise si hay fugas en el núcleo del enfriador de aceite.	Fuga	**Resultado:** el núcleo del enfriador de aceite está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el núcleo del enfriador de aceite **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** instale un nuevo núcleo del enfriador de aceite. Consulte el manual de Desarmado y Armado. Drene el cárter y llénelo con aceite limpio de motor. Instale nuevos filtros de aceite del motor. Consulte

		el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
3. Revise la empaquetadura de la culata de cilindro (Sello integral) **A.** Quite la culata de cilindro. Consulte el manual de Desarmado y Armado. **B.** Compruebe la proyección de la camisa del cilindro. Consulte el manual Pautas de reutilización y recuperación.	Daños	**Resultado:** la empaquetadura de la culata (Sello integral) está **CORRECTA**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la empaquetadura de la culata (Sello integral) **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** instale una nueva empaquetadura de la culata de cilindro (Sello integral). Consulte el manual de Desarmado y Armado. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Inspeccione la culata de cilindro. **A.** Inspeccione para ver si hay fisuras.	Fisuras	**Resultado:** la culata de cilindro está **CORRECTA**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la culata de cilindro **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** repare o reemplace la culata de cilindro. Consulte el manual de Desarmado y Armado. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
5. Inspeccione la camisa de cilindro **A.** Revise si hay camisas de cilindro fisuradas.	Fisuras	**Resultado:** las camisas de cilindro están **CORRECTAS**. Proceda con el paso siguiente.

		Resultado: las camisas de cilindro **NO ESTÁN CORRECTAS**. **Reparación:** reemplace cualquier camisa de cilindro que esté fisurada. Consulte el manual de Desarmado y Armado.
6. Inspeccione el bloque de motor. **A.** Inspeccione para ver si hay fisuras en el bloque de motor.	Fisuras	**Resultado:** el bloque de motor está **CORRECTO**. **Resultado:** el bloque de motor **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace el bloque de motor. Verifique que se haya solucionado el problema.

Figura 29

El refrigerante contiene combustible

Causas probables

- Manguito del inyector o sello del manguito del inyector

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Inspeccione el manguito de inyector o los sellos del manguito de inyector **A.** Quite las tapas de válvulas. **B.** Quite los inyectores de combustible de la culata de cilindro. Consulte el manual de Desarmado y Armado para obtener detalles. **C.** Presurice el sistema de enfriamiento para identificar el	Fuga	**Resultado:** los manguitos del inyector y los sellos del manguito del inyector están **CORRECTOS**. **Resultado:** los manguitos del inyector y los sellos del manguito del inyector **NO ESTÁN CORRECTOS**. **Reparación:** quite el manguito del inyector que tiene una fuga. Inspeccione cuidadosamente el

manguito del inyector que tiene una fuga. **Nota:** no permita que la presión del sistema de enfriamiento supere los 103 kPa (15 lb/pulg2) durante la prueba. .		manguito para ver si presenta daños. Si hay señales visibles de daños al manguito del inyector, reemplácelo. Reemplace los sellos anulares para el inyector manguito y vuelva a instalar el manguito. Reemplace los componentes dañados. **Nota:** el refrigerante también puede contaminar el sistema de combustible. Después de parar el motor, la retención de presión en el sistema de enfriamiento puede provocar la transferencia de refrigerante al sistema de combustible. Inspeccione visualmente el tanque de combustible para ver si hay refrigerante. La contaminación de refrigerante en el sistema de combustible puede dañar los inyectores y otros componentes del sistema de combustible.

Figura 30

El aceite contiene refrigerante

Causas probables

- Núcleo del enfriador de aceite del motor
- Bomba del agua de las camisas Bomba de agua auxiliar (si tiene) Turbocompresor enfriado por agua (si tiene) Compresor de aire (si tiene)
- Culata de cilindro
- Camisa de cilindro
- Bloque de motor

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay fugas en el núcleo del enfriador de aceite del motor.	Enfriador	**Resultado:** no se encontró una fuga. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** se encontró una fuga. **Reparación:** instale un nuevo núcleo del enfriador de aceite. Drene el cárter y llénelo con aceite limpio de motor. Instale nuevos filtros de aceite del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
2. Verifique la bomba de agua de las camisas. **A**. Revise el orificio de rebose de la bomba de agua de las camisas para ver si está tapado. Un orificio de rebose tapado puede causar que el refrigerante abra paso a la fuerza a través de los sellos del eje de la bomba y entre en el cárter. **B.** Inspeccione totalmente la bomba de agua para ver si hay daños o fisuras. Si se sospecha una fuga interna, quite la bomba del motor para realizar una inspección completa.	Bomba	**Resultado:** el orificio de rebose no estaba obstruido y la bomba no está dañada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el orificio de rebose estaba obstruido. **Reparación:** despeje el tapón. Resultado: la bomba está dañada. **Reparación**: repare la bomba o instale una bomba nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

3. Revise la bomba auxiliar de agua (si tiene) **A.** Revise el orificio de rebose de la bomba de agua auxiliar para ver si está tapado. Un orificio de rebose tapado puede causar que el refrigerante abra paso a la fuerza a través de los sellos del eje de la bomba y entre en el cárter. **B.** Inspeccione totalmente la bomba de agua para ver si hay daños o fisuras. Si se sospecha una fuga interna, quite la bomba del motor para realizar una inspección completa.	Bomba	**Resultado:** el orificio de rebose no estaba obstruido y la bomba no está dañada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el orificio de rebose estaba taponado. **Reparación:** despeje el tapón. **Resultado:** la bomba está dañada. **Reparación:** repare la bomba o instale una bomba nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
6. Revise para ver si hay fugas en las empaquetaduras de la culata de cilindro	Empaquetadura	**Resultado:** ninguna de las empaquetaduras tiene fugas. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** una empaquetadura tiene fugas. **Reparación:** instale una empaquetadura de culata de cilindro nueva y sellos de agua nuevos en la placa espaciadora. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
7. Revise si una culata de cilindro tiene fugas debido a una fisura	Culata de cilindro	**Resultado:** ninguna de las culatas está fisurada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** una de las culatas está fisurada. **Reparación:** instale una culata de cilindro nueva.

		Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
8. Revise si una camisa de cilindro tiene fugas debido a una fisura	Revestimiento	**Resultado:** ninguna de las camisas está fisurada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** una de las camisas está fisurada. **Reparación:** instale una camisa de cilindro nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
9. Revise si el bloque tiene fugas debido a una fisura	Bloque	**Resultado:** el bloque está fisurado. **Reparación**: repare o reemplace el bloque de motor.

Figura 31

El consumo de aceite es excesivo

Causas probables

- Fugas de aceite
- Consumo de aceite
- Viscosidad del aceite
- Sellos de turbocompresor

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay fugas de aceite. **A.** Determine si hay una fuga de aceite externa. **1.** Compruebe si hay fugas en los sellos en cada extremo del cigüeñal. **2.** Busque para detectar si hay fugas en la empaquetadura del colector de aceite del motor o en las conexiones del sistema de lubricación. **3.** Vea si hay fugas por los respiraderos del cárter. **NOTA:** una alta presión del cárter puede causar estos estados.	Fuga	**Resultado:** no hay fugas de aceite en el motor. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** hay fugas de aceite en el motor. **Reparación:** reparare la causa de la fuga. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso de prueba.
2. Revise para ver si hay consumo de aceite **A.** Determine si hay una ruta de fuga al área de combustión. **1.** Determinar si existe alguna de las siguientes condiciones:		**Resultado:** el aceite no se fuga al área de combustión. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el aceite se fuga al área de combustión.

• Fugas entre las guías de válvula desgastadas y los vástagos de válvula • Orificios de retorno obstruidos del aceite de motor. • Pistones o anillos de pistón desgastados o dañados. • Instalación incorrecta del anillo de compresión o del anillo intermedio • Fugas por los anillos de sello en el eje del turbocompresor • Llenado excesivo del cárter • Indicador de nivel de aceite o tubo guía incorrectos • Operación sostenida en cargas ligeras **NOTA:** el aceite de motor que se fuga al área de combustión de los cilindros puede ser la causa de que salga humo azul. **NOTA:** asegúrese de que la varilla de medición esté calibrada correctamente y de que sea la varilla correcta para la aplicación. Calibre la varilla de medición o reemplace la varilla de medición.	Consumo de aceite	**Reparación:** repare la causa del consumo excesivo de aceite. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
3. Revise la viscosidad del aceite. **A.** Asegúrese de que el motor reciba el suministro correcto de aceite del motor. **B.** Para utilizar el aceite del motor correcto, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento. **NOTA:** la baja viscosidad del aceite puede ser causada por	Viscosidad	**Resultado:** el aceite del motor es del tipo correcto. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el aceite del motor no es del tipo correcto. **Reparación:** determine la razón por la que hay aceite incorrecto en el motor. Reemplace el aceite de

fugas de combustible al cárter o por aumento de temperatura del motor.		motor y el filtro de aceite del motor. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Revise los sellos del eje del turbocompresor **A.** Determine si los sellos del eje del turbocompresor tienen fugas. **1.** Quite la tubería de admisión de aire y la tubería de salida de escape del turbocompresor. **2.** Revise si hay evidencia de fuga de aceite en la rueda del compresor o en la turbina. Consulte Operación de Sistemas, Pruebas y Ajustes, "Turbocompresor -Inspeccionar".	Fuga	**Resultado:** el turbocompresor **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace el turbocompresor.

Figura 32

El aceite contiene combustible

Siempre verifique la dilución del combustible. Envíe una muestra de aceite para el análisis SOS para confirmar la sospecha de dilución de combustible en el aceite de motor.

Causas probables

- Sellos anulares de los inyectores de combustible
- Bomba de combustible de alta presión
- Punta del inyector de combustible
- Sello de la bomba de transferencia de combustible
- Calidad del combustible
- Sistema de combustible de baja presión
- Ajuste del juego de válvula

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise los sellos anulares del inyector de combustible **A.** Presurice la tubería de retorno de combustible del motor con 700 kPa (100 lb/pulg2) de presión de aire. En cada una de las tapas del mecanismo de válvula escuche para ubicar fugas de aire.	**Inyector**	**Resultado:** no se oye una fuga. **Proceda con el paso siguiente.** **Resultado:** se oye una fuga. Reparación: quite el inyector e inspeccione los sellos anulares del inyector. Reemplace los sellos dañados y vuelva a probar. **Resultado:** se oye una fuga y los sellos anulares están CORRECTOS. **Reparación:** reemplace el inyector. Asegúrese de que estén instalados los archivos de ajuste nuevos. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Archivo de ajuste del inyector - Instalar" para obtener detalles. Use el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar para realizar una

		"Prueba de verificación del sistema de combustible". Consulte Localización y Solución de Problemas, "Solenoide del inyector - Probar" para obtener detalles. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

Figura 33

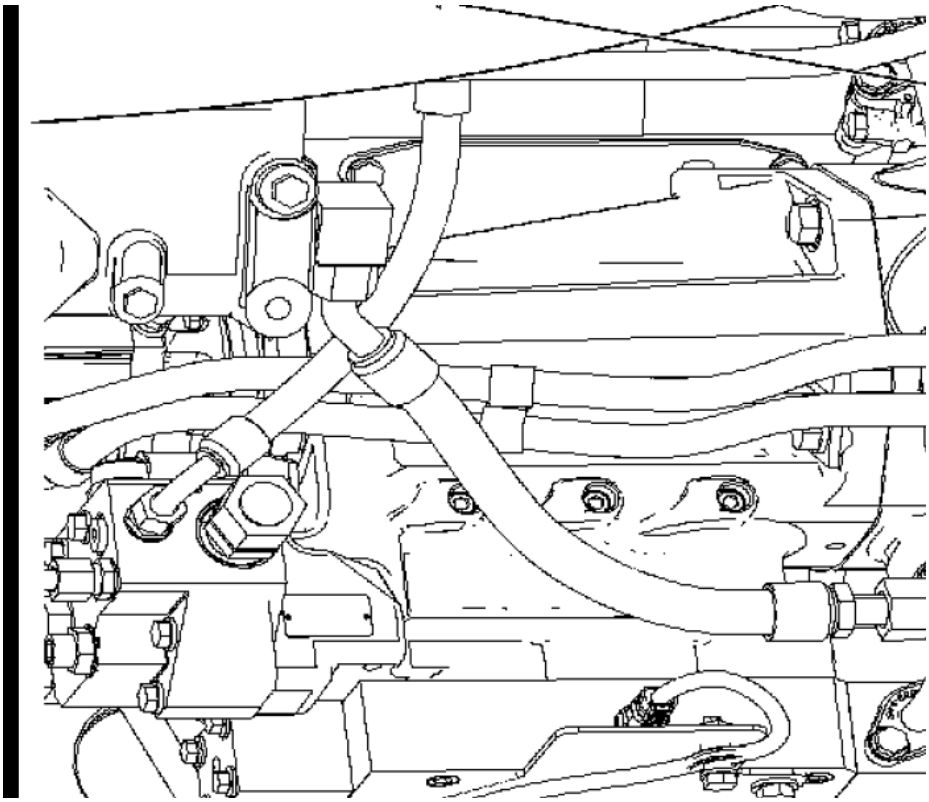


Tabla 7

Ubicación del tapón magnético en el adaptador de la bomba de combustible (ejemplo típico)

2. Verifique la bomba de combustible de alta presión. NOTA: realice esta prueba en un motor frío. La presión de combustible del sistema de combustible de alta presión debe ser inferior a 1 MPa (145 lb/pulg2) antes de realizar este procedimiento de prueba. Consulte Operación de Sistemas / Pruebas y Ajustes, "Presión del conducto de combustible - Aliviar" para obtener detalles sobre los procedimientos. **A.** Quite el tapón (1) de la parte inferior del adaptador de la bomba de combustible. Excepto que una cantidad pequeña de aceite del motor se drene de la abertura. Revise para ver si hay suciedad en el tapón magnético. Limpie el tapón antes de volver a instalarlo. **B.** Use la anulación manual para poner en funcionamiento la bomba de cebado de combustible para presurizar el sistema de combustible. Deje funcionar la bomba durante al menos cinco minutos mientras observa el orificio de drenaje en el adaptador de la bomba de combustible para ver si hay fugas. Si no hay disponible un interruptor manual, use la anulación del ET Cat para operar la bomba de cebado de combustible. En una bomba en buen estado puede gotear combustible intermitentemente del orificio de drenaje del adaptador. La fuga no debe exceder 6 ml/min (0,2 oz/min).	Bomba	**Resultado:** la bomba está **CORRECTA.** Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** un chorro continuo de combustible sale por el agujero de drenaje **Reparación:** reemplace la bomba de combustible de alta presión. Reemplace también el elemento del filtro del combustible en línea de alta presión del conjunto del bloque, que forma parte de la parte delantera de la tubería de inyección de combustible**.** Si no se soluciona el problema, continúe con el paso

3. Revise la punta del inyector de combustible Este sistema de combustible utiliza válvulas limitadoras de flujo para cada inyector. Un inyector que está severamente dañado puede producir la activación del limitador de flujo. Si la "prueba de desactivación del cilindro" indica que un cilindro no recibe combustible, revise la condición del inyector de combustible. Si el inyector de combustible está en buen estado, revise la válvula limitadora de flujo para ver si hay un cilindro afectado. Consulte Operación de Sistemas /Pruebas y Ajustes, "Fuga del conducto de combustible - Revisar" para obtener información relacionada con las pruebas del sistema de combustible de alta presión. **A.** Use el Cat ET para realizar la "prueba de desactivación del cilindro" e identificar cualquier cilindro que pueda recibir combustible en exceso. Una punta de inyector de combustible rota o quebrada es una causa posible de un cilindro que recibe combustible en exceso. Si se identifica un cilindro mediante la prueba, quite el inyector y revise la punta del inyector para ver si hay daños. Revise la punta del inyector de combustible para ver si hay fisuras o roturas. Si es necesario, reemplace el inyector unitario sospechoso.	Inyector	**Resultado:** el inyector de combustible está CORRECTO. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el inyector de combustible **NO ESTÁ CORRECTO.** **Reparación:** haga las reparaciones necesarias. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

4. Revise la bomba de transferencia de combustible. **A.** Asegúrese de que el orificio de rebose de la bomba de transferencia de combustible no esté taponado. **B.** Revise para ver si hay fugas de combustible alrededor del sello del eje de la bomba de transferencia de combustible.	Sello	**Resultado:** el orificio de rebose estaba taponado. **Reparación:** despeje el tapón. **Resultado:** la bomba tiene una fuga de combustible. **Reparación:** repare o reemplace la bomba.

La presión de aceite es baja

Use este procedimiento para localizar y solucionar problemas de baja presión del aceite de motor. Utilice también este procedimiento si uno de los siguientes códigos de suceso está activo.

Condiciones que generan este código

La presión de aceite del motor está por debajo del punto de activación basado en el mapeo y ha transcurrido el tiempo de demora.

Si el motor se para debido a una presión de aceite baja, el suministro de corriente al Módulo de control electrónico (ECM) debe realizar un ciclo antes de volver a arrancar el motor.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- Nivel del aceite del motor
- Viscosidad del aceite
- Aceite del motor contaminado
- Problema de sensor
- Componentes del circuito del sensor
- Tubo de succión Enfriador de aceite Válvulas
- Componentes desgastados

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	Valores	Resultados
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de suceso que se dirige a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que se dirige a este procedimiento.	E360	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código E360 está presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA
2. Revise el nivel de aceite del motor.	Nivel	**Resultado:** el aceite del motor no está bajo. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el nivel de aceite del motor está bajo. **Reparación:** añada aceite de motor para obtener el nivel correcto de aceite del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento, "Aceite del motor" para obtener recomendaciones sobre el aceite del motor. Arranque el motor.

		Inspeccione el exterior del motor para ver si hay fugas de aceite. Repare las fugas de aceite. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
3. Asegúrese de que la viscosidad del aceite es correcta **NOTA:** para utilizar el aceite del motor correcto, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento.	Viscosidad	**Resultado:** el aceite del motor es del tipo correcto. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el aceite del motor no es del tipo correcto. **Reparación:** determine la razón por la cual hay un aceite incorrecto en el motor. Reemplace el aceite de motor y el filtro de aceite del motor. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Revise para ver si el aceite del motor está contaminado **A.** Realice un análisis del aceite del motor. **NOTA:** un alto nivel de aceite del motor puede ser una indicación de contaminación con combustible o refrigerante. El aceite de motor contaminado con otro líquido producirá una baja presión de aceite del motor.	Contaminación	**Resultado:** el aceite no está contaminado. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el aceite está contaminado. **Reparación:** determine la causa de la contaminación del aceite del motor y haga las reparaciones necesarias. Reemplace el aceite de motor y el filtro de aceite del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento, "Aceite del motor" para obtener

		recomendaciones sobre el aceite del motor. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
5. Revise los sensores de presión del aceite **A.** Utilice el ET Cat para comparar las lecturas siguientes: **-** Presión de aceite no filtrado (Absoluta) **-** Presión de aceite del motor (Absoluta)	Valor del parámetro	**Resultado:** ambos sensores detectan la presión atmosférica cuando el motor está parado. Proceda al paso 7. **Resultado:** un sensor no detecta presión atmosférica cuando el motor está parado. **Reparación:** localice en el circuito del sensor. Proceda con el paso siguiente.
6. Componente del circuito del sensor **A.** Inspeccione el sensor sospechoso, el cableado y los conectores para ver si hay daños y corrosión. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Conectores eléctricos - Inspeccionar" para obtener información relacionada con problemas eléctricos intermitentes.	Componente	**Resultado:** un componente del circuito está dañado o corroído. **Reparación:** repare o reemplace el componente del circuito. **Resultado:** un componente del circuito no está dañado ni corroído. **Reparar:** reemplace el sensor. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
7. Revise el tubo de succión **A.** Determine si la rejilla del tubo de succión está taponada. **B.** Determine si el tubo de succión está arrastrando aire.	Tapón o Fuga	**Resultado:** el tubo de succión está **CORRECTO**. **Reparación:** continúe después con próximo paso. **Resultado:** el tubo de succión

		NO ESTÁ CORRECTO. **Reparación:** despeje la obstrucción o arregle la fuga. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
8. Compruebe el enfriador de aceite. **A.** Determine si el enfriador de aceite está taponado.	Tapón	**Resultado:** el enfriador de aceite está **CORRECTO**. **Reparación:** continúe después con próximo paso. **Resultado:** el enfriador de aceite **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** despeje la obstrucción. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
9. Inspeccione las válvulas **A.** Inspeccione para verificar lo siguiente: • Válvula reguladora atascada • Válvula de alivio atascada	Atascamiento	**Resultado:** ninguna válvula estaba atascada. **Reparación:** continúe después con próximo paso. **Resultado:** una válvula estaba atascada. **Reparación:** despeje o reemplace la válvula. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
10. Revise para ver si hay componentes desgastados **A.** Revise para ver si hay juego excesivo en: • Engranajes de la bomba de aceite del motor • Cojinetes del árbol de levas • Cojinetes del cigüeñal • Balancín para el eje de balancín	Espacio libre	**Resultado:** se identifica excesivo juego en un componente del motor. **Reparación:** reemplace los componentes desgastados.

La temperatura del aceite es alta

Utilice este procedimiento para localizar y solucionar problemas de alta temperatura del aceite, o si uno de los siguientes códigos de diagnóstico está activo.

Condiciones que generan este código: La temperatura del aceite del motor ha excedido el punto de activación y ha expirado el tiempo de demora. Si el motor se para debido a una alta temperatura del aceite del motor, la alimentación eléctrica del Módulo de Control Electrónico (ECM) del motor debe realizar un ciclo para volver a arrancar el motor.

Causas probables

- Códigos de diagnóstico y códigos de sucesos
- La temperatura del refrigerante es alta
- Nivel de aceite bajo
- Válvula de derivación del enfriador de aceite
- Problema del núcleo del enfriador de aceite

Acciones recomendadas (Por gentileza da Caterpillar Américas Co.)

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de suceso que se dirige a este procedimiento está presente. **D.** Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema del código de suceso que se dirige a este procedimiento.	E197	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código E197 está presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA
2. Compruebe la temperatura del refrigerante del motor. **A.** Determine si existe una condición de alta temperatura del refrigerante.	Temperatura	**Resultado:** la temperatura es **CORRECTA**. **Resultado:** la temperatura **NO ES CORRECTA**. **Reparación:** repare y consulte los síntomas en Localización y Solución de Problemas, "La temperatura del refrigerante es alta".

3. Revise el nivel de aceite del motor.	Nivel	**Resultado:** el nivel es **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el nivel **NO ES CORRECTO**. **Reparación:** añada aceite y repare cualquier fuga. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Verifique la válvula de derivación del enfriador de aceite del motor. **A.** Asegúrese de que la válvula de derivación no se atasque en la posición abierta. Limpie el orificio para la válvula. Inspeccione los componentes de la válvula de derivación del enfriador de aceite del motor para ver si están dañados.	Válvula	**Resultado:** la válvula está **CORRECTA**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** la válvula **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** libere o reemplace la válvula. Si no se soluciona el p
5. Revise el núcleo del enfriador de aceite del motor Controle el núcleo del enfriador de aceite del motor para ver si está dañado o atascado. Limpie o reemplace el núcleo del enfriador de aceite del motor, si es necesario.	Enfriador	**Resultado:** el núcleo del enfriador NO ES CORRECT**O**. **Reparación:** limpie el núcleo del enfriador de aceite del motor o reemplácelo, si es necesario.

1.3 Análisis de aceites del motor

Problemas del motor y su origen

FACTOR	PRODUCTOS	CAMBIO EN PROPIEDADES DEL ACEITE DEL MOTOR	EFECTOS EN EL MOTOR	CAUSA
COMBUSTIBLE	PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN, ACIDO SULFÚRICO, AGUA	DISMINUCIÓN EN TBN, AUMENTO EN TAN, AUMENTO EN HUMEDAD	CORROSIÓN DE CAMISA Y VÁLV/ESCAPE, DESGASTE ANORMAL O METALES AGARRADOS	MALA SELECCION DE COMBUSTIBLE, BAJA CALIDAD, MUCHO AZUFRE
	PROD./COMBUSTIÓN INCOMPLETA, HOLLÍN, ACIDO ORGÁNICO, BREA	AUMENTO EN PENTANO INSOLUBLE, AUMENTO EN VISCOSIDAD	AUMENTO EN LODO DEL MOTOR, FILTRO ACEITE BLOQUEADO, ANILLO AGARRADO, DESGASTE ANORMAL EN ÁRBOL DE LEVAS Y IMPULSOR.	DEFECTOS EN INYECTOR, TURBO, BOMBA DE INYECCION, FILTRO AIRE OBSTRUIDO
	COMBUSTIBLE MAL INYECTADO, DILUIDO	DISMINUCIÓN EN PUNTO DE INFLAMACIÓN Y EN VISCOSIDAD	VÁLVULA ESCAPE AGARRADA, DESGASTE ANORMAL DE COJINETES	DEFECTOS EN INYECTOR, BOMBA DE COMBUSTIBLE, PROBLEMA PARA ARRANCAR, COMBUSTIBLE BAJO CETANO
OPERACIÓN DE MOTOR	PRODUCTOS DE OXIDACIÓN, ACIDO ORGÁNICO, LODO, LACA	AUMENTO EN SOLVENTE INSOLUBLE (RESINA), EN VISCOSIDAD Y AUMENTO EN TAN	LODO, CORROSION, DESGASTE, AGARRE DE COJINETE	BAJA CALIDAD DE ACEITE, CAMBIO IMPROPIO, RECALENTAMIENTO
	ADITIVO DEGRADADO	REDUCCIÓN EN TBN, AUMENTO EN PORCIÓN DE SOLVENTE INSOLUBLE	LODOS, ANILLO AGARRADO	BAJA CALIDAD DE ACEITE, CAMBIO IMPROPIO, RECALENTAMIENTO
MATERIAS EXTRAÑAS	ENTRADA DE PARTÍCULAS DE DESGASTE	AUMENTO EN CONTENIDO DE METALES (Fe, Cu, Pb, Al, Cr)	DESGASTE ANORMAL, ROZADURA, PIEZAS AGARRADAS	IMPROPIO CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO
	ENTRADA DE SUCIEDAD Y POLVO (SÓLIDOS)	AUMENTO EN Si, Al	DESGASTE ANORMAL DEL ANILLO/PISTON COJINETE	IMPROPIO CAMBIO DE ACEITE, DEFECTO EN SISTEMA DE ADMISION (FILTRO DE AIRE, ETC)
AGUA	LODOS DE BAJAS TEMPERATURAS	AUMENTO EN AGUA, IMPOSIBLE MEDIR PUNTO INFLAMACIÓN (NO SE INFLAMA)	HIERVE EL AGUA EN EL ACEITE, PICADURAS, COJINETES AGARRADOS	CAMBIO DE ACEITE IMPROPIO, FUGA AGUA/SELLO CAMISA, JUNTA CULATA, FUGA ACEITE, O AGUJEROS POR CAVITACION EN CAMISA.

Tabla 8

Aceite y combustible

El azufre en el combustible aumenta enormemente la oxidación. Se recomienda usar combustible con un contenido de azufre inferior al 0.5%. Si es imposible usar combustible con un contenido de azufre inferior a 0.5%, es necesario reducir a la mitad el intervalo del cambio.

Relación entre el contenido de azufre y el TBN

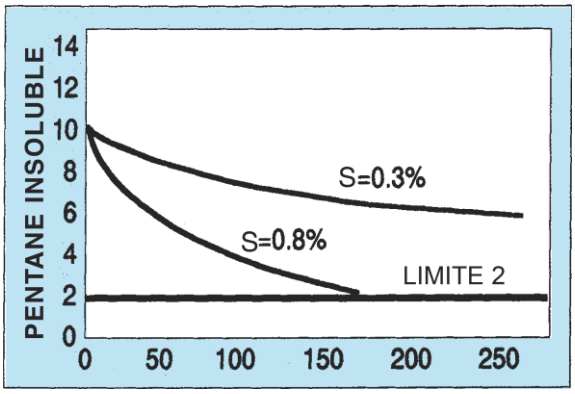


Figura 34

(Por gentileza de Komatsu Cummins)

El diagrama de la derecha indica la relación entre el contenido de azufre y el valor de alcalinidad (TBN). El valor TBN desciende enormemente con el alto contenido de azufre. Por lo tanto, es vital conocer el contenido de azufre del combustible y seleccionar el combustible apropiado.

Relación entre el contenido de azufre y n-pentane insoluble

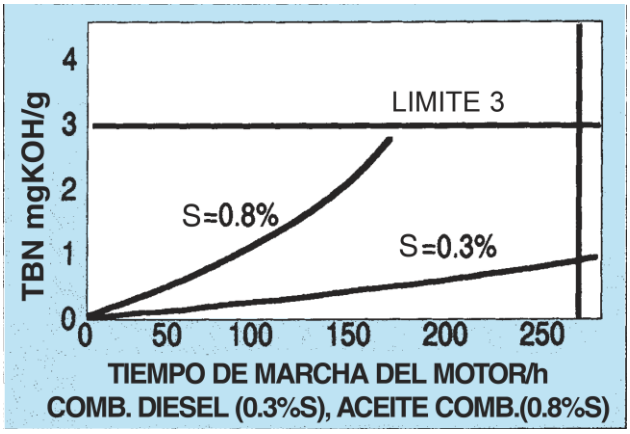


Figura 35

(Por gentileza de Komatsu Cummins)

Con el combustible de alto contenido de azufre, se genera gran cantidad de hollín. Cuando aumenta la cantidad de hollín, la viscosidad aumenta y el efecto de lubricación se reduce. Esto provoca problemas tales como desgaste anormal y la obstrucción de los filtros de aceite.

Aceite y temperatura

Viscosidad y temperatura

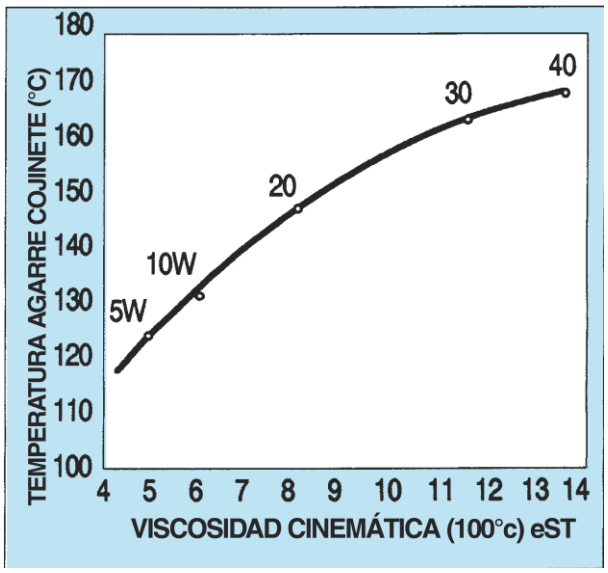


Figura 36

(Por gentileza de Komatsu Cummins)

La robustez de la película de aceite difiere en cada grado de viscosidad. Cuando se usa aceite de baja viscosidad en altas temperaturas, la película de aceite se rompe y provoca el agarrotamiento de los cojinetes. La figura superior muestra la relación entre los grados de viscosidad del aceite y la temperatura de agarrotamiento de los cojinetes. Es importante seleccionar el aceite según la temperatura ambiental y dar consideración total a los cambios en la viscosidad provocados por el recalentamiento del motor o el enfriamiento inapropiado del aceite.

Duración del aceite y temperatura

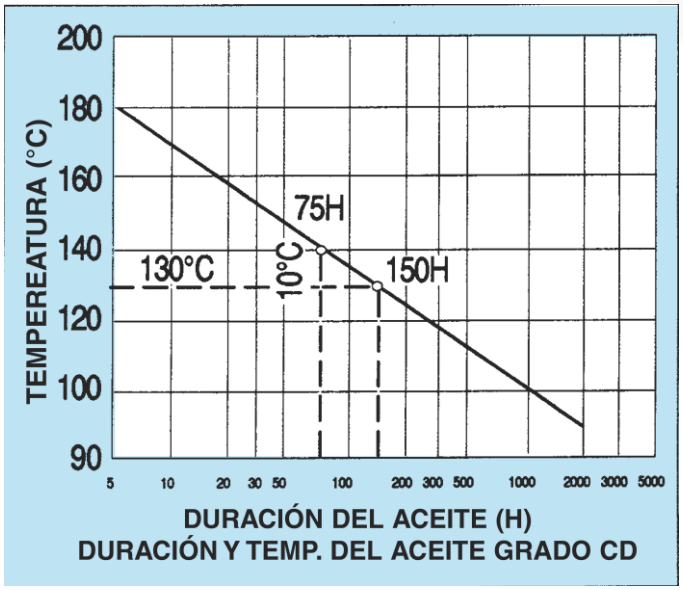


Figura 37

(Por gentileza de Komatsu Cummins)

Cuando sube la temperatura del aceite, no solo disminuye su viscosidad, también se reduce su duración. Como puede verse en la figura superior, la duración del aceite del motor se reduce aproximadamente un 50% si el aceite es usado a 10C por encima de la temperatura especificada. Por esta razón, es necesario tener cuidado para evitar que un ascenso de temperatura del aceite sea debido a una bomba de agua defectuosa, enfriador deficiente, obstrucción del radiador, bajo nivel del agua de enfriamiento. Si sube la temperatura del motor, busque la causa y elimínela.

Recomendaciones

Selección apropiada de lubricantes

Cuando el contenido de azufre es inferior al 0.5%, cambie el aceite del cárter a las horas indicadas para el mantenimiento periódico según este manual. Cambie el aceite como indica la tabla siguiente si el contenido de azufre es superior al 0.5%.

Al arrancar el motor en una temperatura ambiental inferior a 0°C, esté seguro de usar aceite SAE10W, SAE10W-30 o SAE15W-40 aunque la temperatura suba hasta 10°C más o menos durante el día. Use la clasificación CD de la API como aceite para motor y si usa la clasificación CC de la API, reduzca a la mitad el tiempo del intervalo del cambio de aceite.

Capacidad especificada: Volumen total de aceite incluyendo el aceite para los componentes y el aceite de las tuberías.

Capacidad de Relleno: Cantidad de aceite necesaria para rellenar el sistema durante inspección normal y mantenimiento.

Contenido/azufre	Intervalo de cambio de aceite del cárter
0.5 a 1.0 %	1/2 intervalo regular
Sobre el 1.0%	1/4 intervalo regular

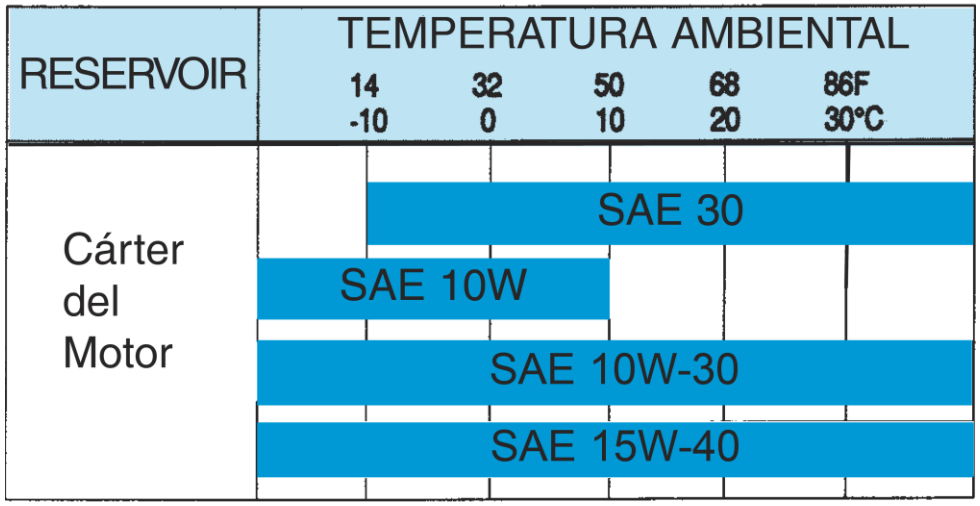


Tabla 9

Interpretación de resultados de análisis de aceites en motores

Combinaciones de desgastes típicos

Fe, Cr, Al	Pistón, anillo, camisa
Pb, Al	Cojinetes
Pb, Al, Fe	Cojinetes, cigüeñal
Na, Cu, Si	Refrigerante o glicol en el aceite …DEAC
K, Cu, Na, Si	Refrigerante o glicol en el aceite …ELC
Si, Fe, Cr	Tierra, extremo superior
Si, Fe, Al, Pb	Tierra, extremo inferior
Cu, Pb	Cojinete de turbo
Cu, Al	Cojinete de turbo
Cr, Sn	Cojinetes de rodillo: seguidores de leva, bombas de agua, cojinetes de compresor de aire
Sn	Verificador de plomo … para el desgaste de los cojinetes
Cu, Al, Fe	Cáncamo y pasador de muñeca
Fe, Cr	Anillos rotos/atorados, arranque con éter, funcionamiento demasiado caliente o frío, boquilla de aceite rota
HOLLÍN	
Cr, Fe	Anillos y camisas
Mo, Cr, Fe	Desgaste de los anillos superiores cubiertos con Moly Plasma, anillo secundario, anillo de control y camisa
OXIDACIÓN	
Cu	Crestas altas de lixiviación del núcleo del enfriador
Fe	Camisa, engranajes o tren de válvulas
Pb, Al	Cojinetes
Al	Si sólo es aluminio es posible que exista desgaste en el faldón
AZUFRE	
Pb	Se ha descubierto que aumenta un par de PPM por cada 20% en SU (sulfatación)
AZUFRE Y HOLLÍN	
	20-30% de cada uno es el objetivo para una vida útil larga del motor (el hollín es generalmente el número más alto).

Tabla 10

Limites condenatorios de referencia

Tabla de desgastes (usar solo como referencia)

Equipo	**793C**		
modelo			
componente	**Motor**		
Muestras validas	588		
Equipos validados	61		
Horas validas del fluido	**500 horas**		
Elemento	**No requiere acción**	**Monitorear**	**Tomar acciones**
Cobre	0 a 42	43 a 61	sobre 61
Hierro	0 a 26	27 a 33	sobre 33
Cromo	0 a 1	1 a 1	sobre 1
Aluminio	0 a 4	5 a 5	sobre 5
Plomo	0 a 3	4 a 5	sobre 5
Silicio	0 a 7	8 a 9	sobre 9
Estaño	0 a 5	6 a 8	sobre 8

Tabla 11

Tabla de desgastes (usar solo como referencia)

Equipo	**793D**
modelo	**FDB**
componente	**Motor**
Muestras validas	1198

Equipos validados	126		
Horas validas del fluido	**500 horas**		
Elemento	**No requiere acción**	**Monitorear**	**Tomar acciones**
Cobre	0 a 13	14 a 18	sobre 18
Hierro	0 a 30	31 a 38	sobre 38
Cromo	0 a 2	3 a 4	sobre 4
Aluminio	0 a 3	4 a 5	sobre 5
Plomo	0 a 2	3 a 4	sobre 4
Silicio	0 a 5	6 a 7	sobre 7
Estaño	0 a 2	3 a 4	sobre 4

Tabla 12

Análisis de aceite, tendencias y recomendaciones

La siguiente tabla nos muestra el significado de las distintas variables a medir, dejando de lado el significado de los elementos de la tabla periódica.

SUL	Nivel de sulfatación (degradación de aceite)
ST	Hollín (degradación)
OXI	Oxidación (degradación de aceite)
NIT	Nitración del aceite
PQI	Índice de desgaste particulado mayor
W	Presencia de agua
V100	Viscosidad a 100°
F	Presencia de combustible

Tabla 13

Ejemplo 1 camión1 793C

Sample Date	Equipment Hours	Hours On Fluid	Evaluations	Overall Evaluation	OXI	ST	SUL	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	Zn	F	V100	W	PQI
12-09-2013	48692	264	LECTURAS NORMALES	No Action Required	21	62	17	1	0	2456	0	1	12	0	295	0	1	0	1134	0	1	0	3	0	0	1348	N	13,8	N	15
26-09-2013	48931	239	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	23	52	20	1	0	2395	0	1	10	0	277	0	0	0	1096	0	2	0	2	0	0	1321	N	13,7	N	2
23-10-2013	49440	236	LECTURAS NORMALES	No Action Required	13	50	6	1	0	2473	0	1	11	0	295	0	0	0	1130	2	2	0	3	0	0	1366	N	13,8	N	15
05-11-2013	49672	232	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	15	48	9	1	1	2337	0	1	9	0	306	0	2	0	1062	0	3	0	4	1	0	1287	N	13,6	N	8
19-11-2013	49918	246	LECTURAS NORMALES	No Action Required	15	51	3	1	0	2331	0	1	11	0	294	0	0	1	1080	3	2	0	4	0	0	1306	N	13,8	N	1
02-12-2013	50183	265	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	17	64	9	1	0	2349	0	1	13	1	283	0	0	0	1103	2	2	0	3	0	0	1386	N	13,9	N	2
16-12-2013	50447	264	INDICE PQI PODRIA CON	No Action Required	23	71	20	1	0	2362	1	1	15	0	285	0	1	1	1089	4	2	0	7	0	0	1299	N	14,1	N	27
30-12-2013	50706	259	LECTURAS NORMALES	No Action Required	25	78	23	1	0	2304	0	1	16	0	268	0	0	0	1063	2	2	0	5	0	0	1293	N	14	N	2
12-01-2014	50940	234	LECTURAS NORMALES	No Action Required	14	65	9	1	0	2412	0	1	14	0	288	0	0	1	1067	5	1	0	8	0	0	1292	N	13,8		6
26-01-2014	51192	252	LECTURAS NORMALES	No Action Required	21	60	18	0	0	2318	1	1	12	0	290	0	1	1	1101	3	1	0	6	0	0	1304	N	13,7	N	6
09-02-2014	51412	220	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	21	63	20	3	0	2254	0	0	11	0	283	0	0	0	1065	3	5	0	0	0	0	1238	N	14,1	N	2
24-02-2014	51655	243	SODIO POTASIO PRESE	Monitor Compartment	24	63	24	1	0	2485	0	1	15	0	304	0	1	1	1134	12	2	0	13	0	0	0		15,6	N	3
17-03-2014	51909	254	SODIO POTASIO EN AUI	Monitor Compartment	22	61	21	1	0	2345	1	2	14	0	276	0	1	1	1043	19	2	0	22	0	0	1274	N	13,9	N	12
31-03-2014	52166	257	LECTURAS EN RANGOS	No Action Required	18	64	17	1	0	2389	0	1	13	0	288	0	1	1	1079	7	1	0	9	0	0	1274	N	14	N	
17-04-2014	52436	270	LECTURAS NORMALES	No Action Required	26	72	26	1	0	2399	1	0	14	2	307	0	1	1	1116	7	1	0	8	0	0	1318	N	13,6	N	6
01-05-2014	52662	226	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	20	58	18	1	0	2479	0	1	12	0	345	1	1	1	1122	6	1	0	9	0	0	1349	N	13,6	N	
15-05-2014	52878	216	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	20	59	17	1	0	2296	0	0	11	0	293	0	1	0	1096	8	2	0	9	0	0	1311	N	14	N	11
28-05-2014	53131	253	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	22	64	18	1	0	2279	0	1	11	0	288	0	1	0	1069	6	2	0	7	0	0	1286	N	13,4	N	6
11-06-2014	53366	235	LECTURAS NORMALES	No Action Required	24	58	23	2	0	2292	0	0	0	1	1	285	0	1	1	4		3	0	6	0	0	N	13,5	N	11
25-06-2014	53587	221	LECTURAS NORMALES	No Action Required	25	61	23	1	0	2325	0	0	10	0	284	0	1	0	1083	5	2	0	6	0	0	1268	N	13,7	N	5
09-07-2014	53845	258	LECTURAS NORMALES	No Action Required	27	63	12	1	0	2120	0	0	10	1	263	0	1	0	965	3	2	0	5	0	0	1140	N	13,8		21
10-07-2014	53848	3	ALUMINIO MUY ALTO/ IN	Action Required	5	10	1	10	0	2187	0	0	14	3	281	0	0	1	1044	1	4	0	8	0	0	1193	N	13,8	N	16
02-08-2014	54090	242	NIVEL DE COBRE EN AU	No Action Required	13	38	9	2	0	2098	0	10	11	1	367	1	7	1	1042	1	3	0	6	0	0	1233	N	13,3	N	5

Tabla 14

Fechas significativas

Fecha: 02-08-2014 Hora de equipo: 54090

Análisis

- Nivel de cobre en aumento pero aun dentro de parámetros normales
- Demás elementos se encuentran normales

Recomendaciones

- se recomienda monitorear en las próximas 100 horas para verificar tendencias de los elementos.

Fecha: 10-07-2014 Hora d equipo: 53848

Análisis

- Aluminio muy alto, investigar procedencia
- Desgastes requieren de evaluación en nuevo muestreo

Recomendaciones

- Monitorear lo antes posible
- Inspeccionar cortando los filtros de aceite (posible particulado de desgaste mayor retenido)
- chequear por posibles sobre temperatura
- controlar en caso de ruido inusual (realizar seguimiento)
- atender condición fuera de rango

Fecha: 17-03-2014 Hora de equipo: 51909

Análisis

- Sodio potasio en aumento podrían ser atribuibles a posible transferencia de refrigerante al sistema de lubricación y/o ingreso de contaminantes
- Demás lecturas aceptables

Recomendaciones

- Controlar parámetros operacionales
- Chequear presión de aceite y temperatura de trabajo
- Presurizar el sistema para evidenciar problema.
- Verificar presencia de humo blanco en gases de escape-respiradero
- verificar posible presencia de agua en cárter
- controlar técnicas de muestreo
- mantener en observación
- considerar enviar nueva muestra en intervalo corto de muestreo
- Realizar seguimiento

Fecha: 24-02-2014 Hora de equipo: 51655

Análisis

- Sodio potasio presentes
- Se atribuye a ingreso de contaminantes externos
- Otras lecturas aceptables

Recomendaciones

- Chequear nivel de aceite, posibles fugas
- Chequear estado de filtros y ductos de admisión de aire
- Mantener en observación
- Enviar nueva muestra para evaluar tendencias

Ejemplo 2 camión 2 793C

Sample Process Date	Sample Date	Equipment Hours	Hours On Fluid	Evaluations	Overall Evaluation	NIT	OXI	ST	SUL	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	Zn	F	V100	W	PQI
01-11-2013	30-10-2013	49511	231	SODIO POTASIO EN	Monitor Compartment	22	18	39	14	1	0	2314	0	1	8	0	269	0	0	1	1037	15	1	0	15	0	0	1257	N	13,5	N	17
13-11-2013	12-11-2013	49744	233	LECTURAS NORMAL	No Action Required	11	10	45	2	1	0	2460	0	1	7	0	309	0	1	1	1160	2	1	0	3	0	0	1385	N	13,8	N	3
27-11-2013	25-11-2013	49968	224	LECTURAS NORMAL	No Action Required	12	10	44	2	0	0	2196	0	1	6	0	262	0	0	1	1038	1	1	0	2	0	0	1257	N	13,4	N	1
10-12-2013	08-12-2013	50217	249	LECTURAS NORMAL	No Action Required	13	10	49	2	1	0	2392	0	0	9	0	277	0	0	1	1105	1	1	0	2	0	0	1339	N	13,5	N	23
24-12-2013	22-12-2013	50489	272	LECTURAS NORMAL	No Action Required	14	12	54	3	0	0	2316	0	0	8	0	280	0	0	0	1097	2	0	0	0	0	0	1301	N	13,8	N	2
06-01-2014	05-01-2014	50740	251	LECTURAS NORMAL	No Action Required	21	17	52	13	1	0	2265	0	1	10	0	280	0	0	1	1038	1	2	0	2	0	0	1257	N	13,9	N	16
21-01-2014	19-01-2014	50989	245	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	21	16	53	13	1	0	2311	0	1	8	0	274	0	0	0	1063	0	1	0	2	0	0	1272	N	13,9	N	6
03-02-2014	02-02-2014	51236	247	LECTURAS NORMAL	No Action Required	24	17	17	14	1	0	2383	0	1	9	0	259	0	0	0	1080	0	1	0	0	0	0	1306	N	13,7	N	1
03-02-2014	02-02-2014	51236	247	LECTURAS NORMAL	No Action Required	24	17	17	14	1	0	2383	0	1	9	0	259	0	0	0	1080	0	1	0	0	0	0	1306	N	13,7	N	1
16-02-2014	15-02-2014	51448	212	NIVEL DE SILICIO-AI	Action Required	19	12	46	11	7	0	2141	1	2	30	0	252	0	2	1	996	1	14	0	4	0	0	1244	N	13,6	N	31
23-02-2014	21-02-2014	51549	101	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	16	13	29	12	1	0	2258	0	0	9	0	279	0	1	0	1077	0	3	0	2	0	0	1278	N	13,6	N	23
03-03-2014	01-03-2014	51680	232	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	16	8	29	8	1	0	2297	0	1	10	0	305	0	1	1	1084	0	3	0	4	0	0	1275	N	13,7	N	18
15-03-2014	14-03-2014	51911	231	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	24	14	55	13	1	0	2284	0	1	14	1	278	0	0	1	1069	0	2	0	2	0	0	1246	N	13,6	N	21
29-03-2014	28-03-2014	52177	266	LECTURAS NORMAL	No Action Required	21	13	56	5	1	0	2315	0	0	14	0	269	0	1	1	1076	0	2	0	1	0	0	1255	N	13,7	N	5
13-04-2014	11-04-2014	52433	256	LECTURAS NORMAL	No Action Required	24	17	63	12	1	0	2229	0	0	13	0	278	0	0	1	1054	0	2	0	2	0	0	0	N	13,7		4
26-04-2014	25-04-2014	52681	248	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	21	13	54	7	2	0	2468	0	1	16	0	310	0	0	1	1136	1	3	0	2	0	0	1340	N	13,4	N	2
10-05-2014	09-05-2014	52926	245	INDICE PQ ELEVAS	Monitor Compartment	25	16	68	12	1	0	2279	0	0	16	0	288	0	0	0	1085	0	2	0	2	0	0	1284	N	13,4	N	31
25-05-2014	23-05-2014	53165	222	LECTURAS NORMAL	No Action Required	24	16	59	11	1	0	2208	0	0	12	0	291	0	1	0	1043	0	3	0	1	0	0	1254	N	13,6	N	10
07-06-2014	06-06-2014	53248	255	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	27	18	65	14	1	0	2217	0	1	14	0	265	0	0	0	1046	0	2	0	2	0	0	1256	N	13,5	N	14
09-07-2014	04-07-2014	53884	250	LECTURAS NORMAL	No Action Required	29	19	59	17	2	0	2477	1	1	16	2	297	0	1	0	1165	1	4	0	1	0	0	1390	N	13,8	N	22
20-07-2014	18-07-2014	54123	236	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	32	24	58	17	2	0	2305	0	1	13	0	268	0	0	0	1082	1	3	0	2	0	0	1258	N	13,7	N	17
03-08-2014	02-08-2014	54409	286	LECTURAS NORMAL	No Action Required	39	27	74	21	3	0	2391	0	1	20	1	293	0	1	1	1106	0	3	0	3	0	0	1323	N	13,8	N	21

Tabla 15

Fechas significativas

Fecha: 02-08-2014 Hora de equipo: 54409

Análisis

- Lecturas normales

Recomendaciones

- No requiere acciones por el momento

Fecha: 09-05-2014 Hora de equipo: 52926

Análisis

- Índice PQI elevado
- Demás lecturas normales

Recomendaciones

- Como medida precautoria chequear presión de lubricación
- Chequear residuos en filtros
- Monitorear en intervalos cortos para evaluar la tendencia del proceso de desgaste

Fecha: 15-02-2014 Hora de equipo: 51448

Análisis

- Nivel de silicio-aluminio puede ser atribuible a ingreso de polvo abrasivo
- Hierro elevado podría provenir de camias o guías
- Demás resultados aceptables

Recomendaciones

- Certificar sellado de sistema de admisión de aire
- Evaluar residuos de particulado en filtro de aceite
- Enviar nueva muestra en intervalo de monitoreo reducido para confirmar tendencias

Fecha: 30-10-2013 Hora de equipo: 49511

Análisis

- Sodio potasio en notorio descenso podrían ser atribuibles a vestigios de estado anterior
- Demás lecturas aceptables

Recomendaciones

- Controlar parámetros operacionales
- Chequear presión de aceite y temperatura de trabajo
- Presurizar el sistema
- Verificar presencia de humo blanco en gases de escape-respiradero
- Verificar presencia de agua en cárter
- Mantener en observación
- Realizar seguimiento
- Considerar enviar nueva muestra en intervalo corto de muestreo

Actividad N°18

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán realizar pruebas de evaluación del funcionamiento de la suspensión hidroneumática, siguiendo paso a paso la literatura técnica del fabricante del equipo.

Junto a lo anterior deberán responder una serie de preguntas asociadas a condiciones específicas en el equipo que podrían traer consecuencias en términos de rendimiento y productividad.

El objetivo de la actividad es familiarizar al participante a diagnosticar de manera certera las fallas más comunes del sistema de 24 volt, utilizando la guía de solución de averías y planos eléctricos asociados al sistema.

Aprendizaje esperado que desarrolla

El participante deberá diagnosticar de manera certera las fallas más comunes del sistema de 24 volt, utilizando la guía solución de averías, y planos eléctricos asociados

Estrategia metodológica para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.
El instructor podrá realizar preguntas a los participantes en la medida que explica los distintos modos de uso de la herramienta electrónica.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓

Materiales y recursos

- Sala de clases
- Proyector
- Plumones
- Pizarra
- Borrador
- Cuaderno del alumno
- Lápiz grafito

- Grupo de amperímetro 3
- Grupo de Multímetro Digital 3
- 3 equipos mineros operativos

Desarrollo de la actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.
El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento.

En la etapa de explicación de las características de las imágenes, se deberá guiar con el manual del alumno y el instructor.
Para dar respuesta a las preguntas de la actividad el instructor previamente deberá explicar situaciones relacionadas con cada una de ellas mediante ejemplos.

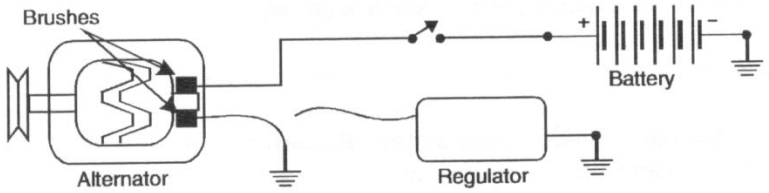
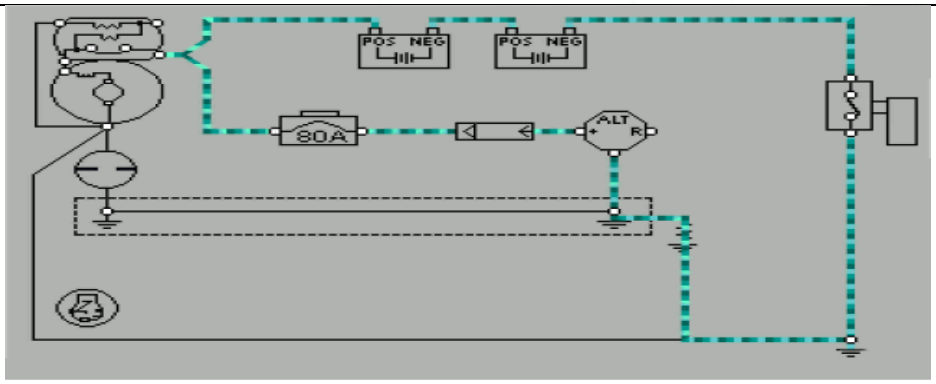
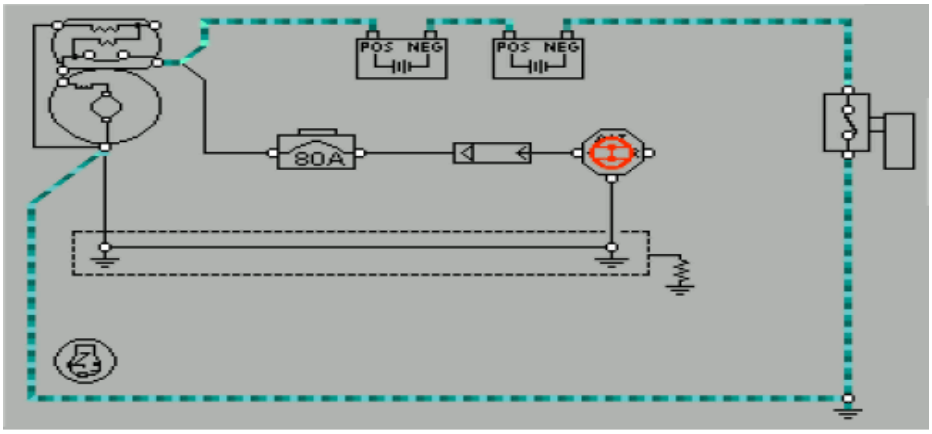
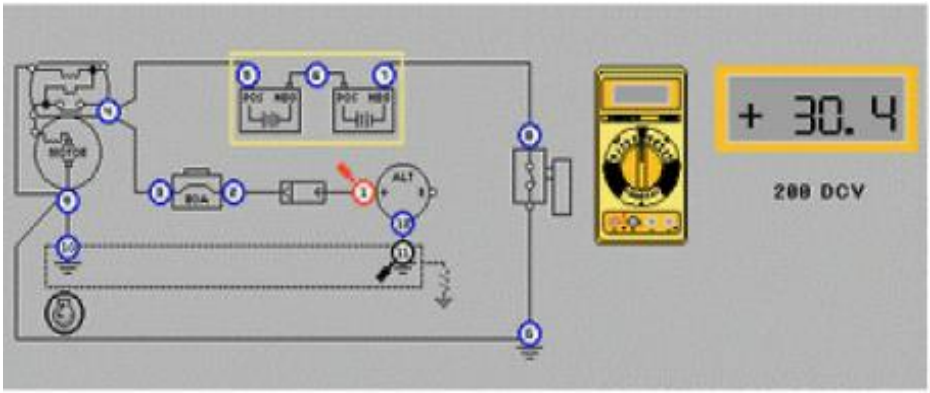
Seguridad
En todas las actividades en salas de clases el instructor les debe explicar a los alumnos, los siguientes aspectos de seguridad:

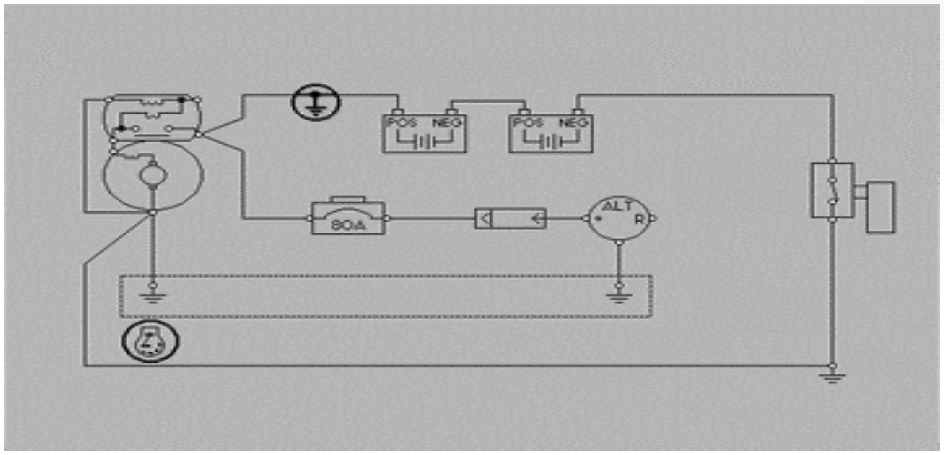
- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Reglas de higiene y seguridad dentro de la sala, como por ejemplo no ingerir alimentos dentro de esta.

1. Complete de marera correcta el siguiente cuadro de diagnóstico del problema del motor de arranque

Condición	Causa más probable	Revisión o corrección
sin giro sin luces	1. batería muerta 2. circuito abierto	1. reemplazar o recargar la batería. 2. reparar, limpiar o reemplazar el cableado.
sin giro, luces apagadas	1. conexión deficiente en la batería.	1. limpiar, reemplazar y/o ajustar los bornes.
Sin giro, las luces permanecen prendidas.	1. circuito de control, motor o conmutador en circuito abierto.	1. revisar la resistencia a través de los elementos en el circuito, y reparar o reemplazar las conexiones.
Sin giro, luces con poca luz	1. carga de la batería baja 2. dispositivos del arranque agripados. 3. motor defectuoso	1. revisar la condición de la batería. 2. reparar o reemplazar dispositivos del arranque. 3. diagnosticar los problemas del motor.
Sin giro, luces con luz tenue	1. piñón no engranado 2. resistencia alta en el arrancador.	1. reparar o reemplazar el dispositivo de accionamiento 2. reparar o reemplazar el arrancador.
El giro del motor es lento, y no arranca.	1. carga de la batería baja 2. temperaturas muy bajas 3. motor de arranque con falla 4. resistencia excesiva en el circuito.	1. cargar o reemplazar la batería. 2. proporcionar calor 3. reparar o reemplazar el arrancador. 4. revisar la dimensión del cable y las conexiones.
Vibración del solenoide	1. carga de la batería baja 2. solenoide con fallas	1. cargar o reemplazar la batería. 2. reparar o reemplazar el solenoide.

2. Analicé e indique a esta sucediendo en las siguientes imágenes:

	Sistema tipo “A” de campo completo
	Interrupción del circuito
	Corto circuito en el regulador de voltaje.
	Alternador está entregando un voltaje mayor a la norma.

	Circuito de carga con un corto circuito a tierra.

3. Analicé el sistema de carga y genere un informe comparando los resultados obtenidos con las especificaciones técnicas

Antes de empezar las pruebas en el motor, se debe comprobar el sistema de carga y la batería de acuerdo con los pasos siguientes.

1. La batería debe estar cargada al menos un 75 por ciento (peso específico de 1,225) con respecto a la carga completa. La batería debe estar bien sujeta. El retén no debe ejercer un esfuerzo demasiado grande sobre la batería.

2. Los cables entre la batería, el motor de arranque y la conexión a tierra del motor deben ser del tamaño correcto. Los alambres y los cables no deben tener corrosión. Los alambres y los cables deben tener las abrazaderas de soporte del cable para evitar tensiones en las conexiones de baterías (terminales).

3. Los cables, empalmes, interruptores e instrumentos del tablero que tengan una relación directa con el circuito de carga deben proporcionar un control adecuado del circuito.

4. Inspeccione los componentes de accionamiento de la unidad de carga para asegurarse de que no tengan grasa ni aceite. Cerciórese de que los componentes de mando pueden operar la unidad de carga.

5. Compruebe la tensión de la correa para la polea del alternador. Consulte la Tabla de Tensión de la Correa para informarse de la tensión correcta de la correa.

Conclusiones finales del participante:

Nombre del instructor	**Fecha**	**Firma**
Observaciones		

Cierre

El participante deberá preparar un informe ejecutivo y exponer en la sala de clases los resultados obtenidos y las conclusiones referentes al estado de la suspensión.

El informe debe contrastar los valores especificados con los valores reales obtenidos (puede ser una planilla), a partir del análisis de los resultados el participante deberá entregar las recomendaciones necesarias para realizar otras pruebas de funcionamiento o simplemente indicar que el equipo se encuentra dentro de los parámetros normales de funcionamiento.

El participante deberá comprender la importancia de este tipo de pruebas para poder visualizar posibles problemas en el sistema y así poder tomar acciones con el tiempo suficiente.

El instructor deberá resaltar la importancia de realizar las evaluaciones del sistema siguiendo las instrucciones al pie de la letra para no mal interpretar los resultados y no generar causas raíces de falla producto de malas interpretaciones de resultados, como por ejemplo al no realizar la prueba en una superficie plana.

Actividad N° 19

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán analizar y diagnosticar distintas fallas de motor para posteriormente escribir sus características con el apoyo del manual del estudiante.

Junto a lo anterior deberán responder una serie de preguntas asociadas a condiciones específicas en el equipo que podrían traer consecuencias en términos de rendimiento y productividad.

El objetivo de la actividad es familiarizar al participante en el diagnóstico de fallas de motor.

Aprendizaje esperado que desarrolla

El participante es capaz de diagnosticar las fallas más comunes utilizando guía de solución de averías.

Estrategia metodológica para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.
El instructor podrá realizar preguntas a los participantes en la medida que explica los distintos modos de uso de la herramienta electrónica.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Materiales y recursos

- Sala de clases
- Proyector
- Plumones
- Pizarra
- Borrador
- Cuaderno del alumno
- Lápiz grafito

Desarrollo de la actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.
El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento.

En la etapa de explicación de las características de las imágenes, se deberá guiar con el manual del alumno y el instructor.
Para dar respuesta a las preguntas de la actividad el instructor previamente deberá explicar situaciones relacionadas con cada una de ellas mediante ejemplos.

Seguridad
En todas las actividades en salas de clases el instructor les debe explicar a los alumnos, los siguientes aspectos de seguridad:

- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Reglas de higiene y seguridad dentro de la sala, como por ejemplo no ingerir alimentos dentro de esta.

1. Complete la siguiente tabla de prueba para la localización y solución de problemas en el sistema de refrigeración.

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay códigos **A.** Conecte el Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar al conector de la herramienta de servicio. Consulte Localización y Solución de Problemas, "Herramientas electrónicas de servicio", si es necesario. **B.** Descargue del ECM del motor el "Informe de estado del producto" antes de solucionar y localizar problemas o de borrar los códigos de diagnóstico de fallas. **C.** Determine si el código de suceso que se dirige a este procedimiento está presente.	E361 o 4193-0	**Resultado:** hay un código asociado presente. **Reparación:** localice y solucione cualquier código asociado antes de continuar con esta prueba. **Resultado:** un código E361 o 4193-0 está presente. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** no hay códigos activos PARADA

D. Vea si hay códigos de diagnóstico activos asociados con el sistema para el código de suceso que se dirige a este procedimiento.		
2. Bajo nivel del refrigerante **A.** Inspeccione el nivel del refrigerante.	Refrigerante	**Resultado:** el nivel de refrigerante es **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el nivel del refrigerante **NO ES CORRECTO**. **Reparación:** añada refrigerante Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
3. Radiador **A.** Vea si hay tierra o basura en las aletas refrigerantes en el radiador. **B.** Vea si hay daños en las aletas del radiador. **C.** Vea si hay obstrucciones internas en el radiador. Revise la diferencia de temperatura entre la admisión y la salida del radiador.	Radiador	**Resultado:** las aletas de enfriamiento están limpias. Continúe en este paso. **Resultado:** las aletas de enfriamiento no estén limpias. **Reparación:** quite la suciedad y los residuos. **Resultado:** las aletas de enfriamiento están dañadas. **Reparación:** consulte el manual de Operación de Sistemas / Pruebas y Ajustes para obtener instrucciones para probar e inspeccionar el sistema de enfriamiento. **Resultado:** las aletas de enfriamiento no estén dañadas. Continúe en este paso. **Resultado:** el radiador tiene un una obstrucción interna. **Reparación:** limpie el radiador o realice las reparaciones necesarias. **Resultado:** el radiador no tiene una obstrucción interna

		Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
4. Fuga de refrigerante **A.** Revise el sistema de enfriamiento para ver si hay fugas. **1.** Inspeccione para ver si hay presencia de burbujas en el refrigerante. **Nota:** la cavitación reduce la eficiencia del sistema de enfriamiento. **2.** Compruebe para ver si hay gases de combustión en el sistema de enfriamiento.	Fuga	**Resultado:** el sistema de enfriamiento está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el sistema de lubricación **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
5. Ventilador de enfriamiento del motor **A.** Compruebe si la operación del ventilador de enfriamiento es apropiada.	Ventilador	**Resultado:** el ventilador de enfriamiento está **CORRECTO**. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el ventilador de enfriamiento **NO ESTÁ CORRECTO**. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
6. Tapa de presión para el radiador **A.** Compruebe la operación de la válvula de alivio de presión y de la tapa del radiador.	Válvula de alivio	**Resultado:** la válvula de alivio de presión está **CORRECTA**. **Resultado:** la válvula de alivio de presión **NO ESTÁ CORRECTA**. **Reparación:** si es necesario, limpie el sello y la superficie de asiento de la tapa. Revise que la superficie de asiento

		en el cuello de llenado del radiador esté limpia y en buen estado. Si los componentes del sellado de la tapa de presión son sospechosos, reemplace la tapa.
7. Módulo de control de temperatura **A .Realice el siguiente procedimiento:** **1.** Inspeccione visualmente el cableado desde el TCM hasta el sensor de temperatura del refrigerante y desde el módulo de control de temperatura hasta el suministro de corriente. Inspeccione visualmente el conector de 12 clavijas y el conector de 8 clavijas en el módulo de control de temperatura. Revise para ver si las conexiones de los conectores están firmes. **B.** Revise el control electrónico de temperatura de fluidos para ver si funciona correctamente. **1.** Asegúrese de que el interruptor de llave esté en la posición DESCONECTADA. Haga girar la desconexión eléctrica a la posición DESCONECTADA. **2.** Quite los pernos de la tapa (4) del conjunto de motor. Quite la tapa de inspección del conjunto de motor. **3.** Use la llave apropiada para hacer girar la extensión del eje principal. Asegúrese de que el eje gire libremente. Haga girar el eje para asegurarse de que	Los conectores y el cableado, la operación de TCM y 18 V - 32 V	**Resultado:** los conectores y el cableado están **CORRECTOS**. Continúe en este paso. **Resultado:** los conectores y el cableado **NO ESTÁN CORRECTOS.** **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Continúe en este paso. **Resultado: el TCM está CORRECTO.** Continúe en este paso. **Resultado: el TCM NO ESTÁ CORRECTO.** **Reparación:** si el pistón se atasca durante el desplazamiento, desarme e inspeccione el montaje del motor para determinar la causa del atascamiento. No aplique fuerza excesiva en la extensión del eje principal. Pueden ocurrir daños graves en los cojinetes del eje. Consulte Desarmado y Armado, "Válvula termostática - Desarmar" para las instrucciones de desarmado. **Nota:** se puede operar el TCM en una modalidad manual desconectando el conector de 8 clavijas del conjunto de motor del TCM. La válvula puede colocarse manualmente usando una llave en la extensión del eje

el pistón no está colocado en uno de los topes de extremo de la válvula. **4.** Visualmente inspeccione la extensión (3) del eje principal para comprobar que rota, mientras establece el suministro de corriente al ECM y al circuito del interruptor de llave. El eje gira varias veces durante la secuencia de arranque. **5.** Durante la secuencia de arranque, escuche para averiguar si la válvula llega al tope del extremo. Escuche si el pistón martillea en el tope de extremo para establecer la posición de la válvula. **6.** Con la desconexión eléctrica en la posición CONECTADA, desconecte el conector del mazo de cables del motor (12 clavijas) en el controlador. Los códigos de diagnóstico relacionados con la válvula se activarán. **7.** Use una llave para hacer girar la extensión del eje principal para colocar el pistón de la válvula fuera del tope de extremo de la válvula. **8.** Conecte el conector y observe el conjunto de motor. La válvula repite la secuencia de energizado cuando se conecta el mazo de cables del motor (suministro de corriente). Mientras conecta el conector, revise la rotación de la extensión del eje principal. La válvula golpea el tope del extremo. **9.** Haga girar la desconexión eléctrica a la posición		principal. Este ajuste manual se puede usar para diagnosticar problemas con otros componentes del sistema de enfriamiento. Al desconectar el conector del conjunto de motor no se activan códigos de diagnóstico para el TCM. **Resultado:** el voltaje del suministro de corriente del TCM está entre 18 VCC y 32 VCC. **Resultado:** el voltaje del suministro de corriente del TCM no está entre 18 VCC y 32 VCC. **Reparación:** repare o reemplace según sea necesario. Si el problema no se ha resuelto, comuníquese con el Ingeniero de servicio para obtener más instrucciones**.**

DESCONECTADA. Reemplace la tapa de inspección y conecte todos los conectores. **C.** Desconecte el conector del mazo de cables (12 clavijas) en el módulo de control de temperatura. **D.** Mida el voltaje de batería entre el terminal 1 (terminal positivo de la batería) y el terminal 5 (retorno) en el lado del mazo de cables del conector de 12 clavijas del TCM. El voltaje del suministro de corriente del módulo de control debe estar entre 18 VCC y 32 VCC. **E.** Restablezca los cables a la configuración original.		
8. Bomba del agua de las camisas **1.** Inspeccione los álabes del rodete de la bomba de agua para ver si tienen daños o erosión.	Daños	**Resultado:** los álabes del rodete están CORRECTOS. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** los álabes del rodete NO ESTÁN CORRECTOS. Reparación: repare los álabes y reemplace las piezas, si es necesario. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

9. Sobrecarga del motor **A.** Determine si el motor está sobrecargando. **NOTA:** cuando el motor funciona en condiciones de sobrecarga, las rpm del motor no aumentan al aumentar el combustible. La condición de sobrecarga puede causar altas temperaturas del cilindro. Las altas temperaturas del cilindro pueden causar una temperatura alta del refrigerante.	La carga	**Resultado:** el motor no está sobrecargado. **Resultado**: el motor está sobrecargando. **Reparación:** reduzca la carga del motor a un límite aceptable.

2. Complete la siguiente tabla de prueba para la localización y solución de problemas en el sistema de refrigeración ante la presencia de aceite en este

Pasos de prueba para la localización y solución de problemas	**Valores**	**Resultados**
1. Revise para ver si hay fugas en el núcleo del enfriador de aceite del motor.	Enfriador	**Resultado:** no se encontró una fuga. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** se encontró una fuga. **Reparación:** instale un nuevo núcleo del enfriador de aceite. Drene el cárter y llénelo con aceite limpio de motor. Instale nuevos filtros de aceite del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

2. Verifique la bomba de agua de las camisas. **A**. Revise el orificio de rebose de la bomba de agua de las camisas para ver si está tapado. Un orificio de rebose tapado puede causar que el refrigerante abra paso a la fuerza a través de los sellos del eje de la bomba y entre en el cárter. **B.** Inspeccione totalmente la bomba de agua para ver si hay daños o fisuras. Si se sospecha una fuga interna, quite la bomba del motor para realizar una inspección completa.	Bomba	**Resultado:** el orificio de rebose no estaba obstruido y la bomba no está dañada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el orificio de rebose estaba obstruido. **Reparación:** despeje el tapón. Resultado: la bomba está dañada. **Reparación**: repare la bomba o instale una bomba nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
3. Revise la bomba auxiliar de agua (si tiene) **A.** Revise el orificio de rebose de la bomba de agua auxiliar para ver si está tapado. Un orificio de rebose tapado puede causar que el refrigerante abra paso a la fuerza a través de los sellos del eje de la bomba y entre en el cárter. **B.** Inspeccione totalmente la bomba de agua para ver si hay daños o fisuras. Si se sospecha una fuga interna, quite la bomba del motor para realizar una inspección completa.	Bomba	**Resultado:** el orificio de rebose no estaba obstruido y la bomba no está dañada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** el orificio de rebose estaba taponado. **Reparación:** despeje el tapón. **Resultado:** la bomba está dañada. **Reparación:** repare la bomba o instale una bomba nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.

6. Revise para ver si hay fugas en las empaquetaduras de la culata de cilindro	Empaquetadura	**Resultado:** ninguna de las empaquetaduras tiene fugas. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** una empaquetadura tiene fugas. **Reparación:** instale una empaquetadura de culata de cilindro nueva y sellos de agua nuevos en la placa espaciadora. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
7. Revise si una culata de cilindro tiene fugas debido a una fisura	Culata de cilindro	**Resultado:** ninguna de las culatas está fisurada. Proceda con el paso siguiente. **Resultado:** una de las culatas está fisurada. **Reparación:** instale una culata de cilindro nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
8. Revise si una camisa de cilindro tiene fugas debido a una fisura	Revestimiento	**Resultado:** ninguna de las camisas está fisurada. Proceda con el paso siguiente.

		Resultado: una de las camisas está fisurada. **Reparación:** instale una camisa de cilindro nueva. Si no se soluciona el problema, continúe con el paso siguiente.
9. Revise si el bloque tiene fugas debido a una fisura	Bloque	**Resultado:** el bloque está fisurado. **Reparación**: repare o reemplace el bloque de motor.

Cierre

El instructor deberá proyectar en la pizarra informe entregado por alumnos y a partir de esta deberá interrogar a los alumnos acerca de los resultados entregados

El participante deberá exponer sobre las causas y consecuencias de las averías señaladas.

El instructor deberá resaltar la importancia de tomar medidas simples en el control de la contaminación para evitar grandes pérdidas y daños en equipos y procesos.

Actividad N° 20

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán analizar resultados de análisis de aceite de motor y escribir sus características con el apoyo del manual del estudiante.

Junto a lo anterior deberán responder una serie de preguntas asociadas a condiciones específicas en el equipo que podrían traer consecuencias en términos de rendimiento y productividad.

El objetivo de la actividad es que el participante sea capaz de interpretar los análisis de aceite, análisis programados de desgaste APD, según criterios de evaluación.

Aprendizaje esperado que desarrolla

El participante identifica y es de interpretar los análisis de aceite, análisis programados de desgaste APD, según criterios de evaluación

Estrategia metodológica para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.
El instructor podrá realizar preguntas a los participantes en la medida que explica los distintos modos de uso de la herramienta electrónica.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Materiales y recursos

- Sala de clases
- Proyector
- Plumones
- Pizarra
- Borrador
- Cuaderno del alumno
- Lápiz grafito

Desarrollo de la actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.
El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento.

En la etapa de explicación de las características de las imágenes, se deberá guiar con el manual del alumno y el instructor.
Para dar respuesta a las preguntas de la actividad el instructor previamente deberá explicar situaciones relacionadas con cada una de ellas mediante ejemplos.

Seguridad
En todas las actividades en salas de clases el instructor les debe explicar a los alumnos, los siguientes aspectos de seguridad:

- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Reglas de higiene y seguridad dentro de la sala, como por ejemplo no ingerir alimentos dentro de esta.

1. Complete la siguiente tabla con el significado de los elementos de la tabla periódica.

SUL	Nivel de sulfatación (degradación de aceite)
ST	Hollín (degradación)
OXI	Oxidación (degradación de aceite)
NIT	Nitración del aceite
PQI	Índice de desgaste particulado mayor
W	Presencia de agua
V100	Viscosidad a 100°
F	Presencia de combustible

2. Realice la interpretación la combinación de los desgastes de motor, indicando de que componentes proviene el desgaste.

Fe, Cr, Al	Pistón, anillo, camisa
Pb, Al	Cojinetes
Pb, Al, Fe	Cojinetes, cigüeñal
Na, Cu, Si	Refrigerante o glicol en el aceite …DEAC
K, Cu, Na, Si	Refrigerante o glicol en el aceite …ELC
Si, Fe, Cr	Tierra, extremo superior
Si, Fe, Al, Pb	Tierra, extremo inferior
Cu, Pb	Cojinete de turbo

Cu, Al	Cojinete de turbo
Cr, Sn	Cojinetes de rodillo: seguidores de leva, bombas de agua, cojinetes de compresor de aire
Sn	Verificador de plomo … para el desgaste de los cojinetes
Cu, Al, Fe	Cáncamo y pasador de muñeca
Fe, Cr	Anillos rotos/atorados, arranque con éter, funcionamiento demasiado caliente o frío, boquilla de aceite rota
HOLLÍN	
Cr, Fe	Anillos y camisas
Mo, Cr, Fe	Desgaste de los anillos superiores cubiertos con Moly Plasma, anillo secundario, anillo de control y camisa
OXIDACIÓN	
Cu	Crestas altas de lixiviación del núcleo del enfriador
Fe	Camisa, engranajes o tren de válvulas
Pb, Al	Cojinetes
Al	Si sólo es aluminio es posible que exista desgaste en el faldón
AZUFRE	
Pb	Se ha descubierto que aumenta un par de PPM por cada 20% en SU (sulfatación)
AZUFRE Y HOLLÍN	20-30% de cada uno es el objetivo para una vida útil larga del motor (el hollín es generalmente el número más alto).

3. Interpretar la siguiente información extraída de un camión 793C, escribiendo su análisis y recomendaciones basado en criterios de evaluación, tomando en cuenta solo fechas significativas camión.

Sample Date	Equipment Hours	Hours On Fluid	Evaluations	Overall Evaluation	OXI	ST	SUL	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	Zn	F	V100	W	PQI
12-09-2013	48692	264	LECTURAS NORMALES	No Action Required	21	62	17	1	0	2456	0	1	12	0	295	0	1	0	1134	0	1	0	3	0	0	1348	N	13,8	N	15
26-09-2013	48931	239	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	23	52	20	1	0	2395	0	1	10	0	277	0	0	0	1096	0	2	0	2	0	0	1321	N	13,7	N	2
23-10-2013	49440	236	LECTURAS NORMALES	No Action Required	13	50	6	1	0	2473	0	1	11	0	295	0	0	0	1130	2	2	0	3	0	0	1366	N	13,8	N	15
05-11-2013	49672	232	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	15	48	9	1	1	2337	0	1	9	0	306	0	2	0	1062	0	3	0	4	1	0	1287	N	13,6	N	8
19-11-2013	49918	246	LECTURAS NORMALES	No Action Required	15	51	3	1	0	2331	0	1	11	0	294	0	0	1	1080	3	2	0	4	0	0	1306	N	13,8	N	1
02-12-2013	50183	265	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	17	64	9	1	0	2349	0	1	13	1	283	0	0	0	1103	2	2	0	3	0	0	1386	N	13,9	N	2
16-12-2013	50447	264	INDICE PQI PODRIA CON	No Action Required	23	71	20	1	0	2362	1	1	15	0	285	0	1	1	1089	4	2	0	7	0	0	1299	N	14,1	N	27
30-12-2013	50706	259	LECTURAS NORMALES	No Action Required	25	78	23	1	0	2304	0	1	16	0	268	0	0	0	1063	2	2	0	5	0	0	1293	N	14	N	2
12-01-2014	50940	234	LECTURAS NORMALES	No Action Required	14	65	9	1	0	2412	0	1	14	0	288	0	0	1	1067	5	1	0	8	0	0	1292	N	13,8		6
26-01-2014	51192	252	LECTURAS NORMALES	No Action Required	21	60	18	0	0	2318	1	1	12	0	290	0	1	1	1101	3	1	0	6	0	0	1304	N	13,7	N	6
09-02-2014	51412	220	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	21	63	20	3	0	2254	0	0	11	0	283	0	0	0	1065	3	5	0	0	0	0	1238	N	14,1	N	2
24-02-2014	51655	243	SODIO POTASIO PRESE	Monitor Compartment	24	63	24	1	0	2485	0	1	15	0	304	0	1	1	1134	12	2	0	13	0	0	0		15,6	N	3
17-03-2014	51909	254	SODIO POTASIO EN AU	Monitor Compartment	22	61	21	1	0	2345	1	2	14	0	276	0	1	1	1043	19	2	0	22	0	0	1274	N	13,9	N	12
31-03-2014	52166	257	LECTURAS EN RANGOS	No Action Required	18	64	17	1	0	2389	0	1	13	0	288	0	1	1	1079	7	1	0	9	0	0	1274	N	14	N	
17-04-2014	52436	270	LECTURAS NORMALES	No Action Required	26	72	26	1	0	2399	1	0	14	2	307	0	1	1	1116	7	1	0	8	0	0	1318	N	13,6	N	6
01-05-2014	52662	226	LECTURAS NORMALES/	No Action Required	20	58	18	1	0	2479	0	1	12	0	345	1	1	1	1122	6	1	0	9	0	0	1349	N	13,6	N	
15-05-2014	52878	216	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	20	59	17	1	0	2296	0	0	11	0	293	0	1	0	1096	8	2	0	9	0	0	1311	N	14	N	11
28-05-2014	53131	253	LECTURAS ACEPTABLE	No Action Required	22	64	18	1	0	2279	0	1	11	0	288	0	1	0	1069	6	2	0	7	0	0	1286	N	13,4	N	6
11-06-2014	53366	235	LECTURAS NORMALES	No Action Required	24	58	23	2	0	2292	0	0	0	1	1	285	0	1	1	4		3	0	6	0	0	N	13,5	N	11
25-06-2014	53587	221	LECTURAS NORMALES	No Action Required	25	61	23	1	0	2325	0	0	10	0	284	0	1	0	1083	5	2	0	6	0	0	1268	N	13,7	N	5
09-07-2014	53845	258	LECTURAS NORMALES	No Action Required	27	63	12	1	0	2120	0	0	10	1	263	0	1	0	965	3	2	0	5	0	0	1140	N	13,8		21
10-07-2014	53848	3	ALUMINIO MUY ALTO/ IN	Action Required	5	10	1	10	0	2187	0	0	14	3	281	0	0	1	1044	1	4	0	8	0	0	1193	N	13,8	N	16
02-08-2014	54090	242	NIVEL DE COBRE EN AU	No Action Required	13	38	9	2	0	2098	0	10	11	1	367	1	7	1	1042	1	3	0	6	0	0	1233	N	13,3	N	5

Tabla 16

Fechas significativas

Fecha: 02-08-2014 Hora de equipo: 54090

Análisis

- Nivel de cobre en aumento pero aun dentro de parámetros normales
- Demás elementos se encuentran normales

Recomendaciones

- se recomienda monitorear en las próximas 100 horas para verificar tendencias de los elementos.

Fecha: 10-07-2014 Hora d equipo: 53848

Análisis

- Aluminio muy alto, investigar procedencia
- Desgastes requieren de evaluación en nuevo muestreo

Recomendaciones

- Monitorear lo antes posible
- Inspeccionar cortando los filtros de aceite (posible particulado de desgaste mayor retenido)
- chequear por posibles sobre temperatura
- controlar en caso de ruido inusual (realizar seguimiento)
- atender condición fuera de rango

Fecha: 17-03-2014 Hora de equipo: 51909

Análisis

- Sodio potasio en aumento podrían ser atribuibles a posible transferencia de refrigerante al sistema de lubricación y/o ingreso de contaminantes
- Demás lecturas aceptables

Recomendaciones

- Controlar parámetros operacionales
- Chequear presión de aceite y temperatura de trabajo
- Presurizar el sistema para evidenciar problema.
- Verificar presencia de humo blanco en gases de escape-respiradero
- verificar posible presencia de agua en cárter
- controlar técnicas de muestreo
- mantener en observación
- considerar enviar nueva muestra en intervalo corto de muestreo
- Realizar seguimiento

Fecha: 24-02-2014 Hora de equipo: 51655

Análisis

- Sodio potasio presentes
- Se atribuye a ingreso de contaminantes externos
- Otras lecturas aceptables

Recomendaciones

- Chequear nivel de aceite, posibles fugas
- Chequear estado de filtros y ductos de admisión de aire
- Mantener en observación
- Enviar nueva muestra para evaluar tendencias

3.2 camión 2 793C

Sample Process Date	Sample Date	Equipment Hours	Hours On Fluid	Evaluations	Overall Evaluation	NIT	OXI	ST	SUL	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	Zn	F	V100	W	PQI
01-11-2013	30-10-2013	49511	231	SODIO POTASIO EN	Monitor Compartment	22	18	39	14	1	0	2314	0	1	8	0	269	0	0	1	1037	15	1	0	15	0	0	1257	N	13,5	N	17
13-11-2013	12-11-2013	49744	233	LECTURAS NORMA	No Action Required	11	10	45	2	1	0	2460	0	1	7	0	309	0	1	1	1160	2	1	0	3	0	0	1385	N	13,8	N	3
27-11-2013	25-11-2013	49968	224	LECTURAS NORMA	No Action Required	12	10	44	2	0	0	2196	0	1	6	0	262	0	0	1	1038	1	1	0	2	0	0	1257	N	13,4	N	1
10-12-2013	08-12-2013	50217	249	LECTURAS NORMA	No Action Required	13	10	49	2	1	0	2392	0	0	9	0	277	0	0	1	1105	1	1	0	2	0	0	1339	N	13,5	N	23
24-12-2013	22-12-2013	50489	272	LECTURAS NORMA	No Action Required	14	12	54	3	0	0	2316	0	0	8	0	280	0	0	0	1097	2	0	0	0	0	0	1301	N	13,8	N	2
06-01-2014	05-01-2014	50740	251	LECTURAS NORMA	No Action Required	21	17	52	13	1	0	2265	0	1	10	0	280	0	0	1	1038	1	2	0	2	0	0	1257	N	13,9	N	16
21-01-2014	19-01-2014	50989	245	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	21	16	53	13	1	0	2311	0	1	8	0	274	0	0	0	1063	0	1	0	2	0	0	1272	N	13,9	N	6
03-02-2014	02-02-2014	51236	247	LECTURAS NORMA	No Action Required	24	17	17	14	1	0	2383	0	1	9	0	259	0	0	0	1080	0	1	0	0	0	0	1306	N	13,7	N	1
03-02-2014	02-02-2014	51236	247	LECTURAS NORMA	No Action Required	24	17	17	14	1	0	2383	0	1	9	0	259	0	0	0	1080	0	1	0	0	0	0	1306	N	13,7	N	1
16-02-2014	15-02-2014	51448	212	NIVEL DE SILICIO-AL	Action Required	19	12	46	11	7	0	2141	1	2	30	0	252	0	2	1	996	1	14	0	4	0	0	1244	N	13,6	N	31
23-02-2014	21-02-2014	51549	101	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	16	13	29	12	1	0	2258	0	0	9	0	279	0	1	0	1077	0	3	0	2	0	0	1278	N	13,6	N	23
03-03-2014	01-03-2014	51680	232	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	16	8	29	8	1	0	2297	0	1	10	0	305	0	1	1	1084	0	3	0	4	0	0	1275	N	13,7	N	18
15-03-2014	14-03-2014	51911	231	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	24	14	55	13	1	0	2284	0	1	14	1	278	0	0	1	1069	0	2	0	2	0	0	1246	N	13,6	N	21
29-03-2014	28-03-2014	52177	266	LECTURAS NORMA	No Action Required	21	13	56	5	1	0	2315	0	0	14	0	269	0	1	1	1076	0	2	0	1	0	0	1255	N	13,7	N	5
13-04-2014	11-04-2014	52433	256	LECTURAS NORMA	No Action Required	24	17	63	12	1	0	2229	0	0	13	0	278	0	0	1	1054	0	2	0	2	0	0	0	N	13,7		4
26-04-2014	25-04-2014	52681	248	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	21	13	54	7	2	0	2468	0	1	16	0	310	0	0	1	1136	1	3	0	2	0	0	1340	N	13,4	N	2
10-05-2014	09-05-2014	52926	245	INDICE PQ ELEVAS	Monitor Compartment	25	16	68	12	1	0	2279	0	0	16	0	288	0	0	0	1085	0	2	0	2	0	0	1284	N	13,4	N	31
25-05-2014	23-05-2014	53165	222	LECTURAS NORMA	No Action Required	24	16	59	11	1	0	2208	0	0	12	0	291	0	1	0	1043	0	3	0	1	0	0	1254	N	13,6	N	10
07-06-2014	06-06-2014	53248	255	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	27	18	65	14	1	0	2217	0	1	14	0	265	0	0	0	1046	0	2	0	2	0	0	1256	N	13,5	N	14
09-07-2014	04-07-2014	53884	250	LECTURAS NORMA	No Action Required	29	19	59	17	2	0	2477	1	1	16	2	297	0	1	0	1165	1	4	0	1	0	0	1390	N	13,8	N	22
20-07-2014	18-07-2014	54123	236	LECTURAS ACEPTA	No Action Required	32	24	58	17	2	0	2305	0	1	13	0	268	0	0	0	1082	1	3	0	2	0	0	1258	N	13,7	N	17
03-08-2014	02-08-2014	54409	286	LECTURAS NORMA	No Action Required	39	27	74	24	1	0	2391	0	1	20	1	293	0	1	1	1106	0	3	0	3	0	0	1323	N	13,8	N	21

Tabla 17

Fechas significativas

Fecha: 02-08-2014 Hora de equipo: 54409

Análisis

- Lecturas normales

Recomendaciones

- No requiere acciones por el momento

Fecha: 09-05-2014 Hora de equipo: 52926

Análisis

- Índice PQI elevado
- Demás lecturas normales

Recomendaciones

- Como medida precautoria chequear presión de lubricación
- Chequear residuos en filtros
- Monitorear en intervalos cortos para evaluar la tendencia del proceso de desgaste

Fecha: 15-02-2014 Hora de equipo: 51448

Análisis

- Nivel de silicio-aluminio puede ser atribuible a ingreso de polvo abrasivo
- Hierro elevado podría provenir de camias o guías
- Demás resultados aceptables

Recomendaciones

- Certificar sellado de sistema de admisión de aire
- Evaluar residuos de particulado en filtro de aceite
- Enviar nueva muestra en intervalo de monitoreo reducido para confirmar tendencias

Fecha: 30-10-2013 Hora de equipo: 49511

Análisis

- Sodio potasio en notorio descenso podrían ser atribuibles a vestigios de estado anterior
- Demás lecturas aceptables

Recomendaciones

- Controlar parámetros operacionales
- Chequear presión de aceite y temperatura de trabajo
- Presurizar el sistema
- Verificar presencia de humo blanco en gases de escape-respiradero
- Verificar presencia de agua en cárter
- Mantener en observación
- Realizar seguimiento
- Considerar enviar nueva muestra en intervalo corto de muestreo

Conclusiones finales del participante:		
Nombre del instructor	**Fecha**	**Firma**
Observaciones		

Cierre

El participante deberá comprender la importancia de las buenas prácticas para el control de contaminantes y del monitoreo constante de los equipos para tomar acciones antes de que se generen fallas catastróficas o se pierda gran parte del rendimiento del equipo.

El instructor deberá resaltar la importancia de la interpretación acertada de los datos recolectados y de las variables que pueden afectar los resultados de la muestras al hacerlas poco representativas.

El instructor deberá resaltar la importancia de tomar medidas simples en el control de la contaminación es mucho más barato y evitan gran parte de pérdidas y daños en equipos y procesos.

Actividad N° 21

Introducción a la actividad:

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán ejecutar procedimientos de evaluación del motor y analizar sus características con el apoyo del manual del estudiante.

Junto a lo anterior deberán responder una serie de preguntas asociadas a condiciones específicas en el equipo que podrían traer consecuencias en términos de rendimiento y productividad.

El objetivo de la actividad es que el participante sea capaz de realizar evaluación del motor según criterios de evaluación.

Aprendizaje esperado que desarrolla
El participante realizar evaluación del motor, siguiendo procedimientos.

Estrategia metodológica para el instructor
Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.
El instructor podrá realizar preguntas a los participantes en la medida que explica los distintos modos de uso de la herramienta electrónica.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓

Materiales y recursos

- Sala de clases
- Proyector
- Plumones
- Pizarra
- Borrador
- Manual de servicio
- Pinzas
- Conos y cuñas

- Cartel de prevención de trabajo con equipo energizado
- Cuaderno del alumno
- Lápiz grafito
- Licencia de herramienta electrónica
- 2 computadores
- 2 maletas de interface (comunicador adapter)
- 2 set de herramientas específicas para trabajo solicitas en manual de servicio
- 2 equipos mineros operativos
- EPP
- Elementos de aseo y limpieza

Desarrollo de la actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.

El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento.

En la etapa de evaluación del motor, se deberá guiar con el manual del alumno y el instructor.
Para dar respuesta a las preguntas de la actividad el instructor previamente deberá explicar situaciones relacionadas con cada una de ellas mediante ejemplos.

Seguridad
En todas las actividades en salas de clases el instructor les debe explicar a los alumnos, los siguientes aspectos de seguridad:

- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Reglas de higiene y seguridad dentro de la sala, como por ejemplo no ingerir alimentos dentro de esta.

1. Realice prueba de aire en el combustible
2. Realice prueba de accionamiento de solenoide del inyector
3. Realice prueba de desconexión de cilindros
4. Realice prueba de potencia (Stall)
5. Realice informe de estado del motor
6. Exponga resultados

Conclusiones finales del participante:		
Nombre del instructor	**Fecha**	**Firma**
Observaciones		

Cierre

El participante deberá preparar un informe ejecutivo y exponer en la sala de clases los resultados obtenidos y las conclusiones referentes al estado de la suspensión.

El informe debe contrastar los valores especificados con los valores reales obtenidos (puede ser una planilla), a partir del análisis de los resultados el participante deberá entregar las recomendaciones necesarias para realizar otras pruebas de

funcionamiento o simplemente indicar que el equipo se encuentra dentro de los parámetros normales de funcionamiento.

El participante deberá comprender la importancia de este tipo de pruebas para poder visualizar posibles problemas en el sistema y así poder tomar acciones con el tiempo suficiente.

El instructor deberá resaltar la importancia de realizar las evaluaciones del sistema siguiendo las instrucciones al pie de la letra para no mal interpretar los resultados y no generar causas raíces de falla producto de malas interpretaciones de resultados, como por ejemplo al no realizar la prueba en una superficie plana.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRan
COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD