

Guía Técnica del Sistema de Combustible

Serie 4000

Tabla de Contenidos

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCIÓN	1
SEGURIDAD	1
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	2
OPERACIÓN DEL SISTEMA COMMON RAIL	4
DETROIT DIESEL ELECTRONIC CONTROL (DDEC IV)	7
REVISIÓN DE COMPONENTES (ÍNDICE)	10
• BOMBA DE COMBUSTIBLE DE ALTA PRESIÓN	11
• BOMBA DE COMBUSTIBLE DE BAJA PRESIÓN	14
• INYECTOR ELECTRÓNICO	16
• RIELES Y LENEAS DE COMBUSTIBLE	20
• VÁLVULAS LIMITADORAS DE COMBUSTIBLE	25
• FILTROS DE COMBUSTIBLE Y CABEZAL DE FILTROS	27
➤ FILTRO DE COMBUSTIBLE DAVCO	
• PLACAS ENFRIADORAS DEL ECM	
• SENSORES DDEC	
FUFEL SYSTEM TROUBLE SHOOTENG	
FUEL SYSTEM PLUMBENG REQUIREMENTS	
FUEL SYSTEM PRIMENG PROCEDURE	
MANTENCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
ESPECIFICACIONES DE TORQUE DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
HERRAMIENTAS ESPECIALES	

Guía Técnica del Sistema de Combustible

INTRODUCCIÓN

El objetivo de un buen sistema de combustible es proporcionar combustible limpio, libre de aire, agua o suciedad, y entregar el combustible al motor en la cantidad óptima para la que la combustión proporcione una óptima potencia, economía de combustible y emisiones controladas.

Una característica única de la Serie 4000 es el sistema de inyección de combustible common rail. El sistema cuenta con una bomba de combustible de alta presión que proporciona un suministro continuo de combustible, la presión de inyección, a todos los inyectores al mismo tiempo. El sistema de combustible common rail no requiere levas adicionales para la unidad inyectora o bomba de inyección con levas separadas y émbolos para crear la presión de inyección para cada inyector. El inyector en la Serie 4000 con sistema common rail no produce presión de combustible. La electrónica DDEC IV sólo controla el tiempo de inyección, la cantidad y la atomización del combustible proporcionado por el riel de alta presión. El sistema de combustible Common Rail proporciona a la Serie 4000 el sistema de combustible tecnológicamente más avanzado disponible hoy en día.

El sistema de combustible Common Rail consta de muchos componentes inusuales no encontrados en otros sistemas diesel. Por consiguiente, esta guía técnica del sistema de combustible intenta ayudar al entendimiento de la operación del sistema de combustible Common Rail y sus componentes y proporciona un análisis de fallas para mantener el sistema en su máxima eficiencia.

Este manual es aplicable a todos los tamaños de motores y aplicaciones de la Serie 4000 y se extenderá cuando la información adicional este disponible. Además es un buen lugar para registrar notas técnicas sobre el sistema de combustible para una posterior referencia.

SEGURIDAD

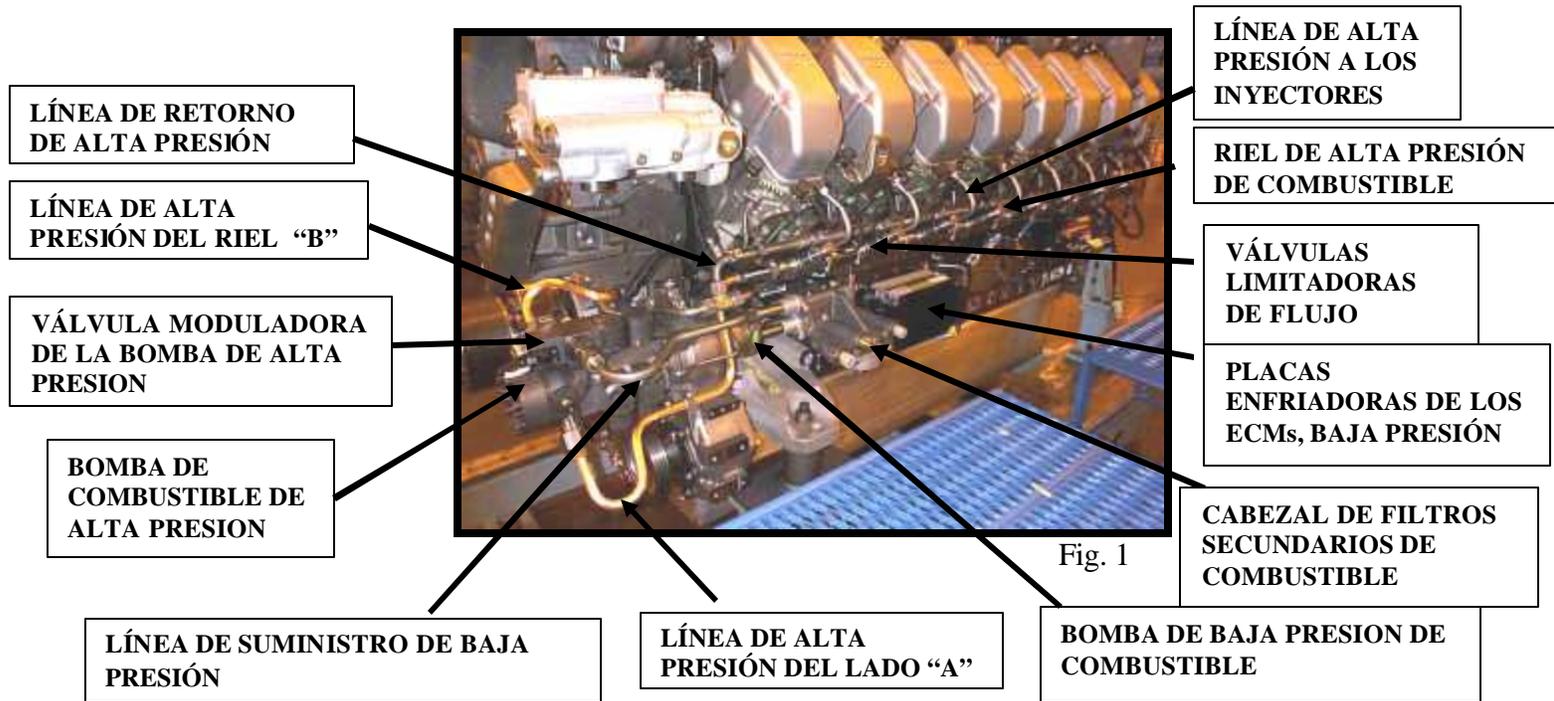
La seguridad siempre es nuestra primera preocupación. Para prevenir contra desgracias cuando se trabaje en el sistema de combustible common rail, hay un par de áreas de precaución que debemos hacer notar:

El sistema de combustible common rail opera a presiones sobre los 19.6 KPSI. El combustible a esa presión puede ser causa de severas lesiones corporales o fuego si no se siguen los procedimientos adecuados. El combustible sometido a altas presiones crea un muy fino spray, que puede penetrar o cortar la piel. Deben usarse los equipos de seguridad apropiados para prevenir lesiones. **¡NUNCA INTENTE REALIZAR REPARACIONES DE FUGAS DE COMBUSTIBLE A ALTA PRESIÓN CUANDO EL MOTOR ESTE FUNCIONANDO!**

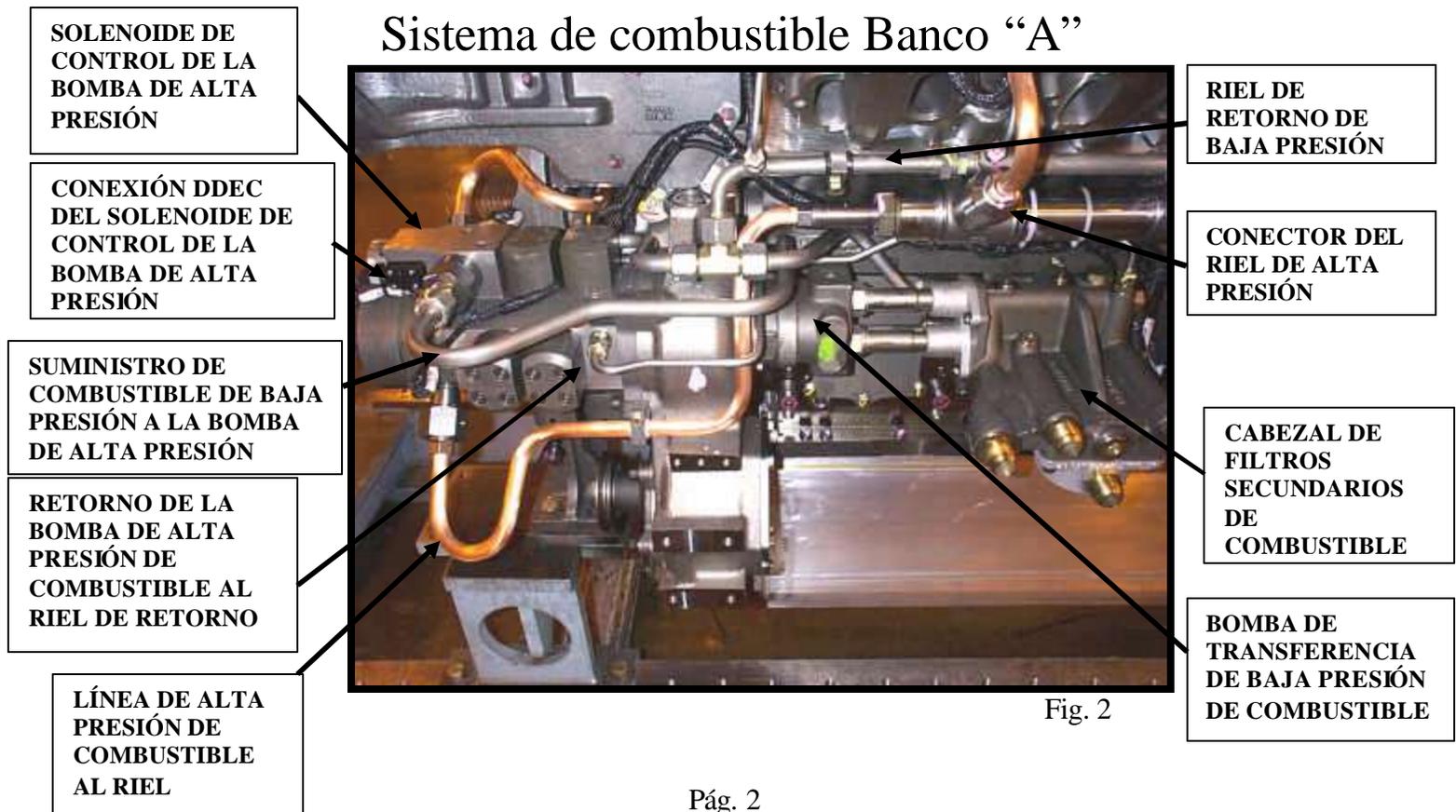
Bajo ciertas condiciones las líneas de alta presión de combustible del riel de alta presión al inyector pueden calentarse por gases de la combustión. El cuidado que debe tenerse para evitar quemaduras es evitar excesivo contacto con esas líneas de combustible.

Descripción del Sistema de Combustible

Sistema de Combustible Common Rail Banco "A"

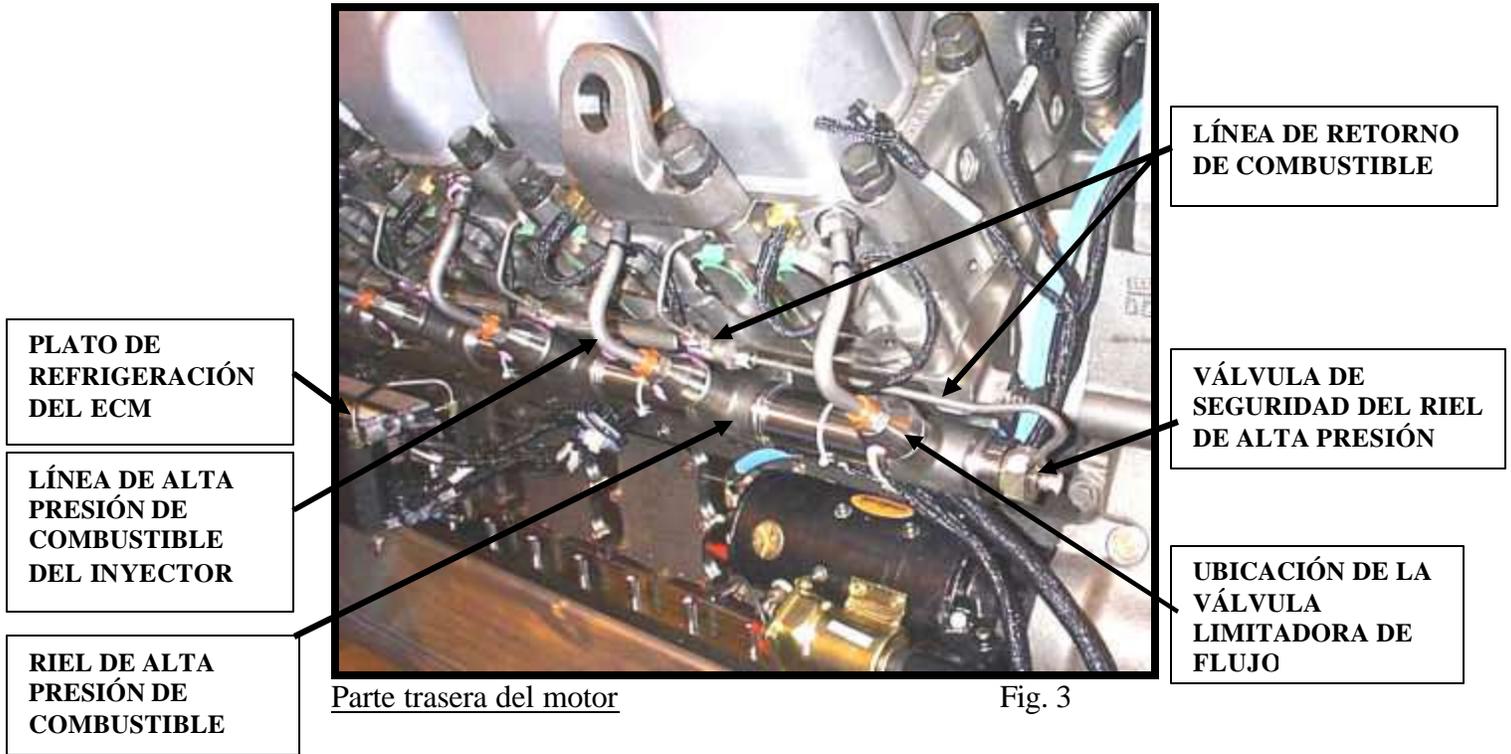


Sistema de combustible Banco "A"

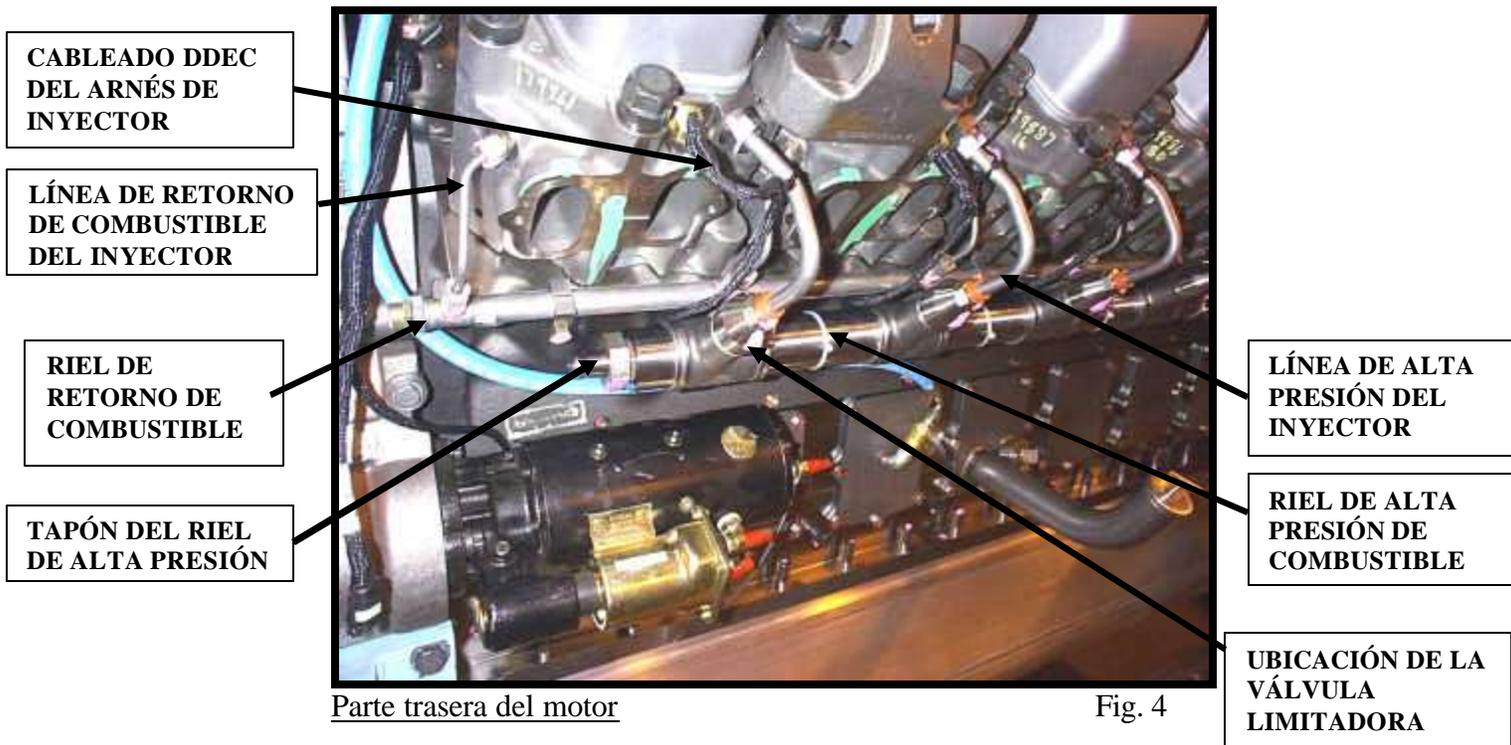


Descripción del Sistema de Combustible

Riel de Alta Presión Banco "A" Válvula de Seguridad



Riel de Alta Presión Banco "B"



Operación del Sistema Common Rail

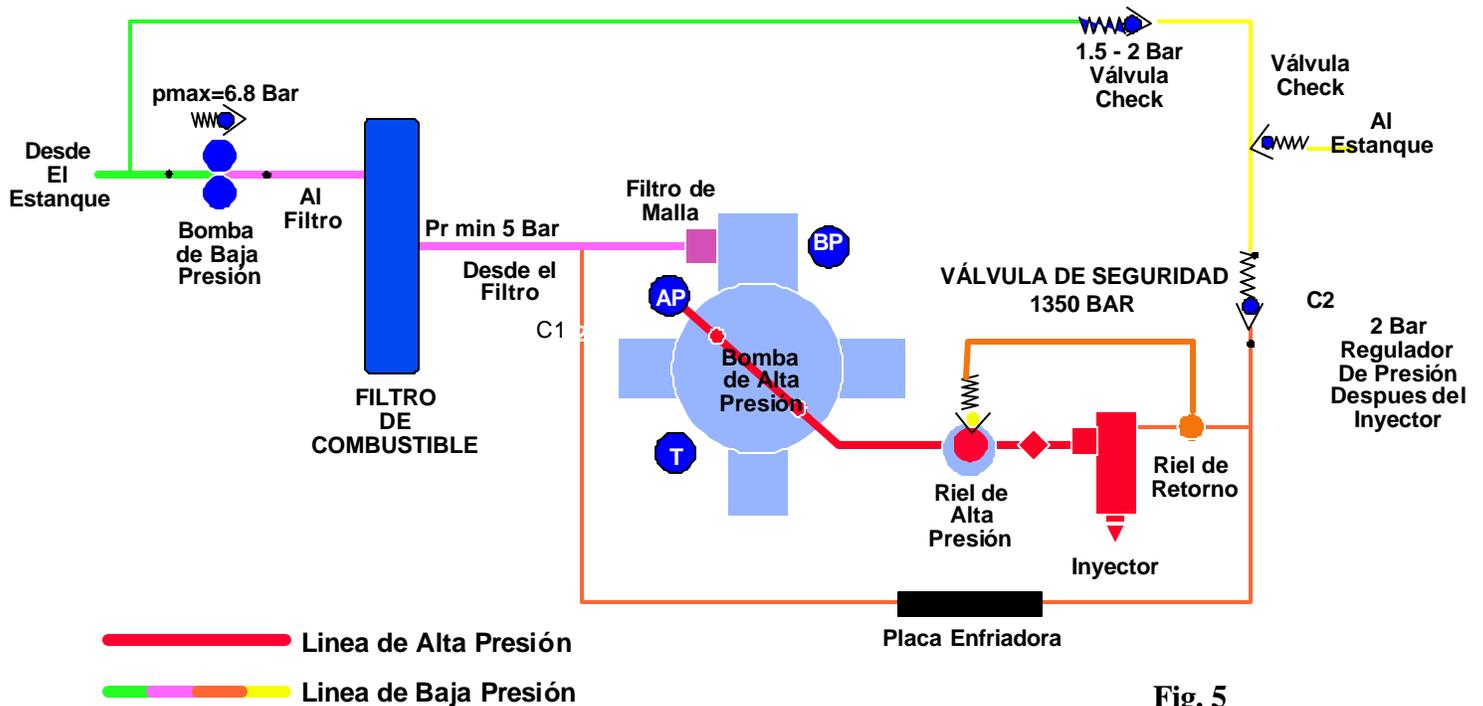


Fig. 5

El sistema de combustible Common Rail usado en la Serie 4000 es un sistema de distribución de combustible de dos etapas. La primera fase es de traslado de combustible, se trae el combustible del tanque de combustible, a través de los filtros, y proporciona suministro de combustible de baja presión de 65 PSI en ralentí a 80 PSI a plena carga a la segunda fase del sistema de alta presión. Adicionalmente, se envía combustible de baja presión a las placas de refrigeración de los ECM, para proteger el ECM del calor excesivo. Proporciona la refrigeración de combustible debe incorporarse en el sistema de combustible para ayudar a la refrigeración de los ECM. Sin embargo, a diferencia de otros sistemas de combustible, el calor del combustible no tiene efecto en la potencia del motor o su comportamiento debido al combustible a las altas presiones en que opera impide al combustible hervir y vaporizarse.

El sistema de alta presión recibe el combustible de baja presión al solenoide de mando y después lo presuriza en la bomba de alta presión, de 8.3 KPSI en ralentí a 12.5 o 14.5 KPSI (según configuración) a las condiciones de máxima carga en los rieles de alta presión (Remítase a la página 12). La presión de Combustible a full sin-carga promedia aproximadamente 11.4 KPSI. Los rieles de alta presión son protegidos por una válvula de seguridad de 19,6 KPSI en el riel del banco "A".

Operación del Sistema Common Rail

El combustible recibido por cada Inyector proporciona lubricación y refrigeración a los Inyectores mientras esperan la señal del sistema DDEC IV, desde los ECM's al solenoide del Inyector para comenzar el evento de la Inyección. Aproximadamente el 90% del combustible recibido por el Inyector es Inyectado en el cilindro del motor para la combustión, mientras el 10% del combustible es retornado al estanque.

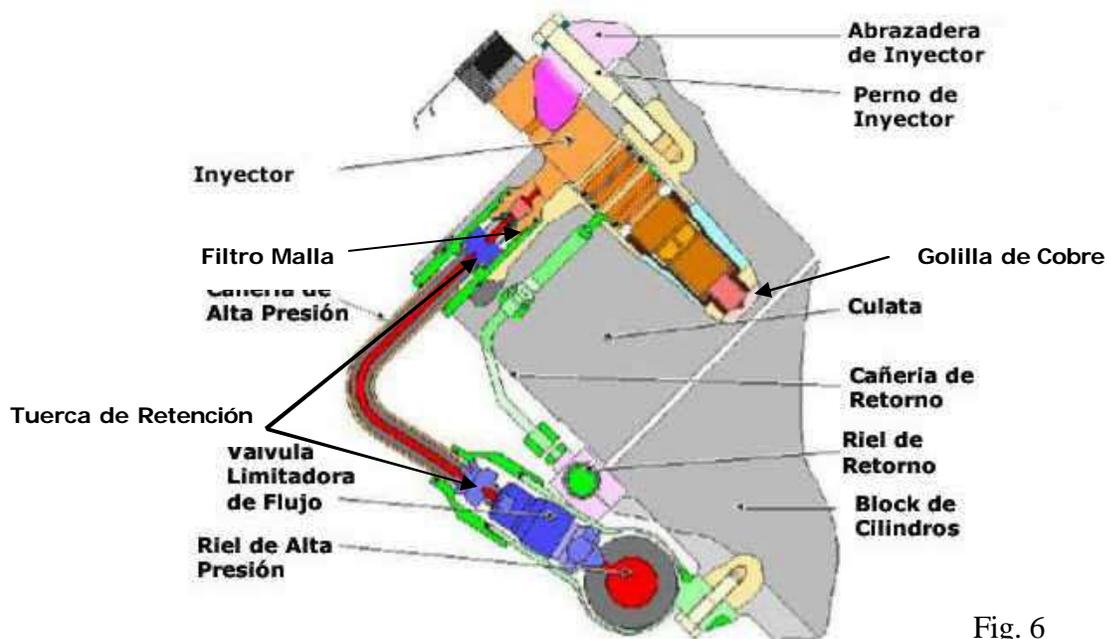


Fig. 6

LA VISTA EN CORTE MUESTRA EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE EN LA CULATA

Los rieles de alta presión proporcionan presión continua en todo momento a todos los Inyectores del motor. El combustible a alta presión pasa por el riel de alta presión (de acero inoxidable), pasa por las válvulas limitadoras a los Inyectores. Las válvulas limitadoras de combustible operan censando flujo diferencial de combustible, pudiendo cortar el flujo de combustible para prevenir una excesiva sobredosificación al cilindro en caso de falla del Inyector (Remítase a la página 25).

En el riel de combustible para cada cilindro existe un orificio para acoplar la válvula limitadora de combustible. La válvula limitadora de combustible sirve como válvula de seguridad para prevenir una excesiva sobredosificación dentro del cilindro en caso de malfuncionamiento del Inyector. Todas las juntas del riel de alta presión con la válvulas limitadoras de flujo y los Inyectores son cónicas sellando metal con metal (Remítase a la página 21).

Operación del Sistema Common Rail

La línea de combustible de alta presión a los Inyectores es de doble pared con un espacio entre el tubo Interno de acero y el tubo de protección exterior de cobre (Remítase a la página 23). Este espacio también es un orificio del Inyector que proporciona una advertencia temprana cuando falla el sello del Inyector. El Inyector tiene un orificio taladrado en el cuerpo debajo del Oring Inferior y sale a través del brazo del Inyector a la superficie de acople con la línea de alta presión y se alinea con el espacio en la línea de combustible de alta presión (Remítase a la página 17).

El Inyector se retiene en el alojamiento de la culata por una abrazadera y un perno de retención. La carga proporcionada por esta abrazadera y el perno mantiene abajo al Inyector con la golilla de cobre ubicada en la boquilla del Inyector, para proporcionar un sello de condensación la superficie interna. Los fittings de la línea de alta presión de combustible del Inyector se sostienen posicionados al tubo reteniendo las tuercas en cada extremo (Remítase a la página 27) Estas tuercas de retención tienen hilos contrarios que requieren una herramienta especial para la instalación.

En la entrada del Inyector hay un filtro de malla. Esta malla es un elemento de seguridad pensado para atrapar material del exterior que podría entrar al Inyector. El Inyector tiene tres Orings entre el cuerpo del Inyector y la culata para controlar el flujo de combustible del retorno del Inyector a los pasajes de la culata (Remítase a la página 17). El combustible sin usar del Inyector sale a través del pasaje entre el segundo y tercer Oring en la culata. El combustible del retorno entonces pasa a través de la línea de combustible de retorno externa de la culata al riel de retorno hacia el tanque de combustible.

Vista de la Culata

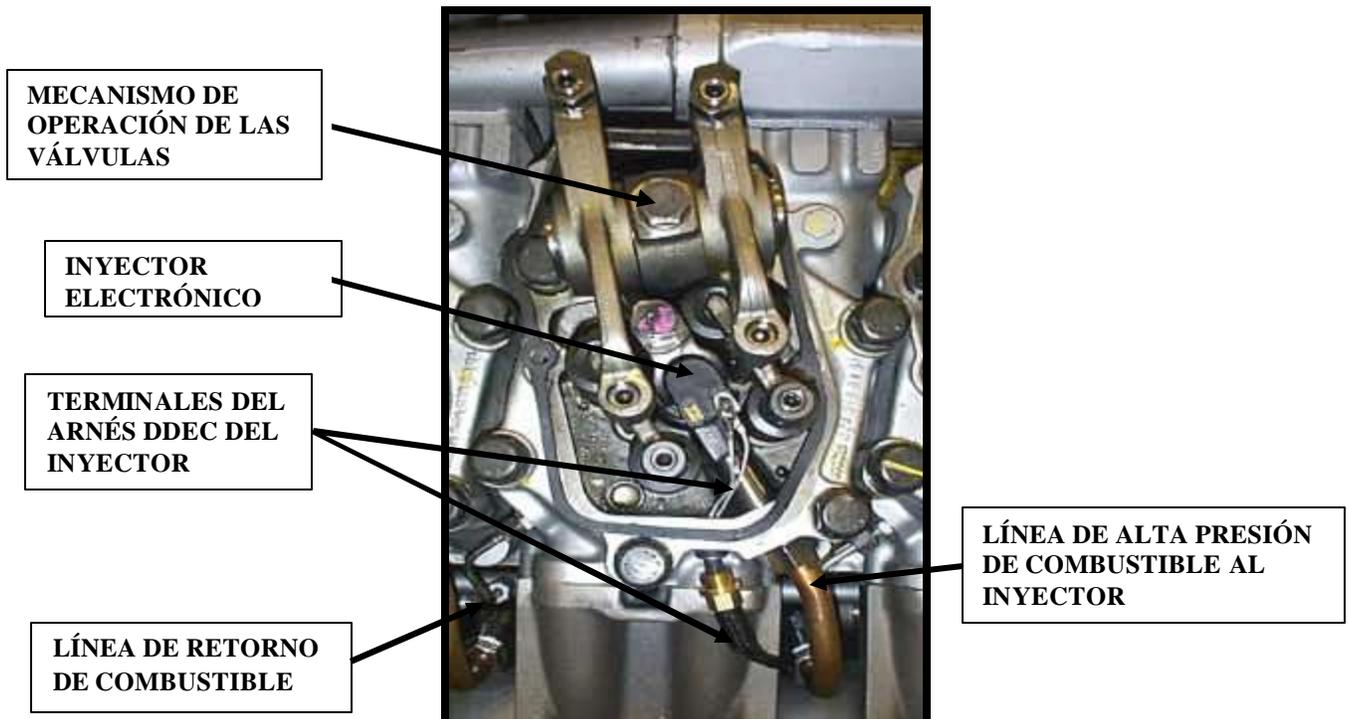


Fig. 7

Detroit Diesel Electronic Controls

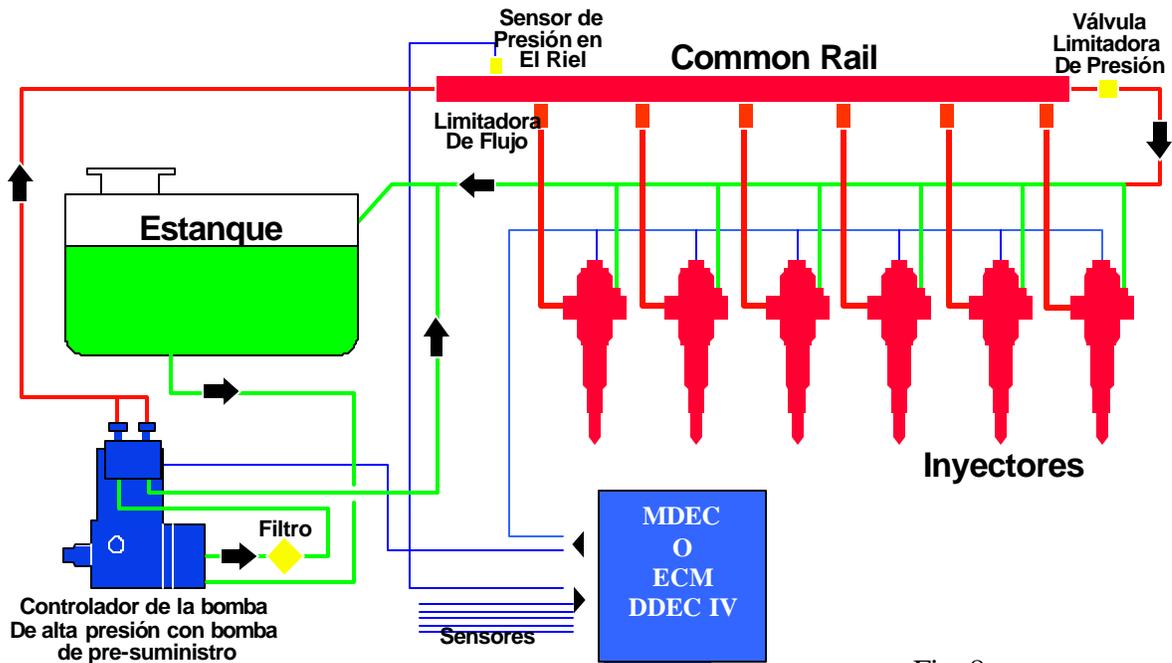


Fig. 8

El sistema DDEC IV controla el comienzo de la Inyección o tiempo y la duración de la Inyección, lo que determina la cantidad de combustible que se Inyecta. El tiempo de la Inyección es totalmente una función de DDEC IV y no del perfil del lóbulo del árbol de levas como en otros sistemas de combustible.

DDEC IV envía una señal al solenoide del Inyector para Inyectar el combustible en los cilindros. Para proporcionar esta señal, la electrónica de DDEC IV utiliza los microprocesadores para recoger la información del motor y el ambiente en que opera siendo usada para determinar el tiempo óptimo de la Inyección. Parte de la información recogida es del propio sistema de combustible. DDEC IV recibe la retroalimentación de los solenoides de los Inyectores sobre su funcionamiento en la ficha de Tiempo de Respuesta (Response Times) como se ve en la copia impresa de DDEC mostrada en la Fig. 9.

RESPONSE TIMES		
I NJECTOR	2L	0.86ms
I NJECTOR	3R	0.89ms
I NJECTOR	1R	0.87ms
I NJECTOR	1L	0.89ms
I NJECTOR	4R	0.94ms
I NJECTOR	4L	0.84ms
I NJECTOR	3L	0.89ms
I NJECTOR	2R	0.93ms
I NJECTOR	8L	0.92ms
I NJECTOR	5R	0.86ms
I NJECTOR	5L	0.92ms
I NJECTOR	7L	0.90ms
I NJECTOR	6R	0.89ms
I NJECTOR	6L	0.90ms
I NJECTOR	7R	0.94ms
I NJECTOR	8R	0.92ms

Fig. 9

Detroit Diesel Electronic Controls

El sistema de combustible Common Rail se compone de varios sensores usados para evaluar su propio funcionamiento. Estos sensores son: de alta presión; de baja presión y temperatura del combustible, todos ubicados en la bomba de alta presión de combustible como se muestra en la Fig. 10.

El sensor de presión de baja suministra Información sobre la disponibilidad del suministro de combustible a baja presión a la bomba de alta presión. El sensor de presión de alta suministra Información de la presión del combustible en el riel de alta presión disponible para la Inyección. El sensor de temperatura de combustible suministra Información de la temperatura del combustible suministrado para proteger los ECM's.

BOMBA DE ALTA PRESIÓN

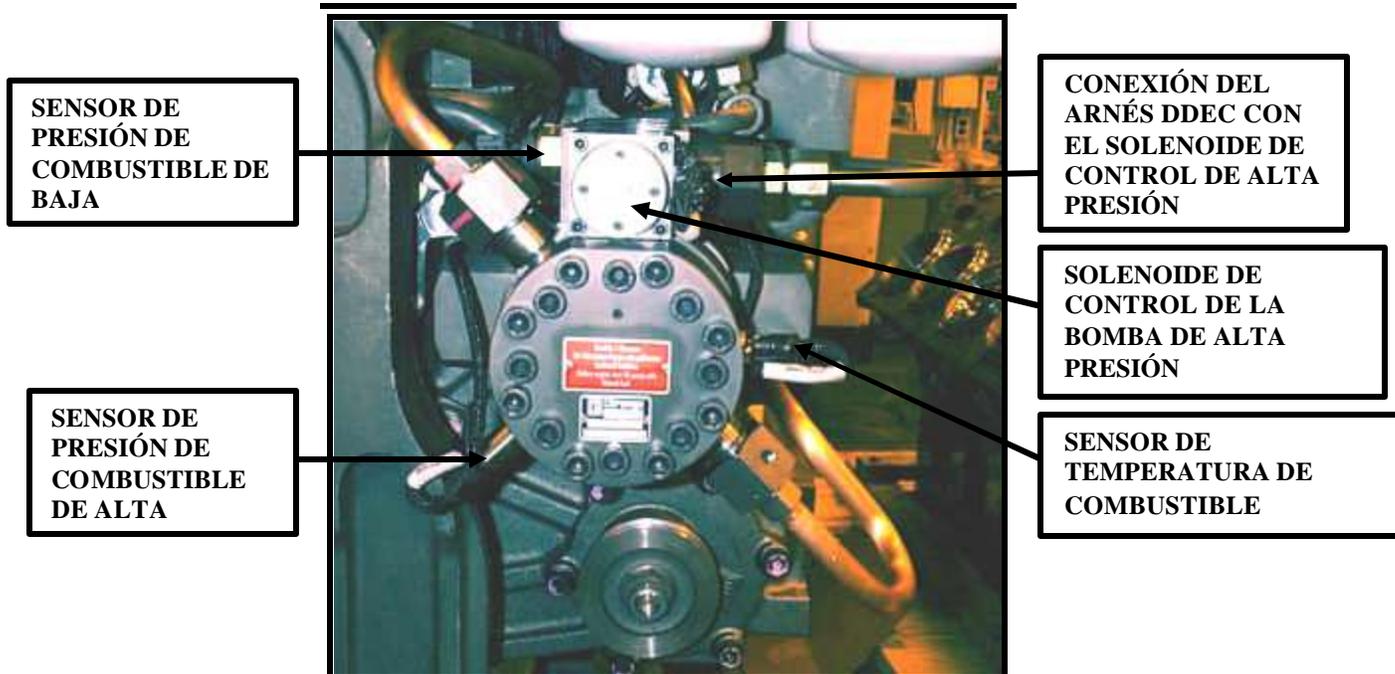


Fig. 10

La bomba de alta presión recibe combustible a baja presión desde la bomba de transferencia y controla la salida de la alta presión con el solenoide de control, que recibe la señal del ECM. La señal puede ser leída con el DDR en el porcentaje de uso de la bomba de Inyección, que opera en un rango de 2% y 98%. El solenoide de control funciona con 24 Volts DC con un fusible (5 amp) ubicado en el circuito de alimentación (línea 440).

Detroit Diesel Electronic Controls

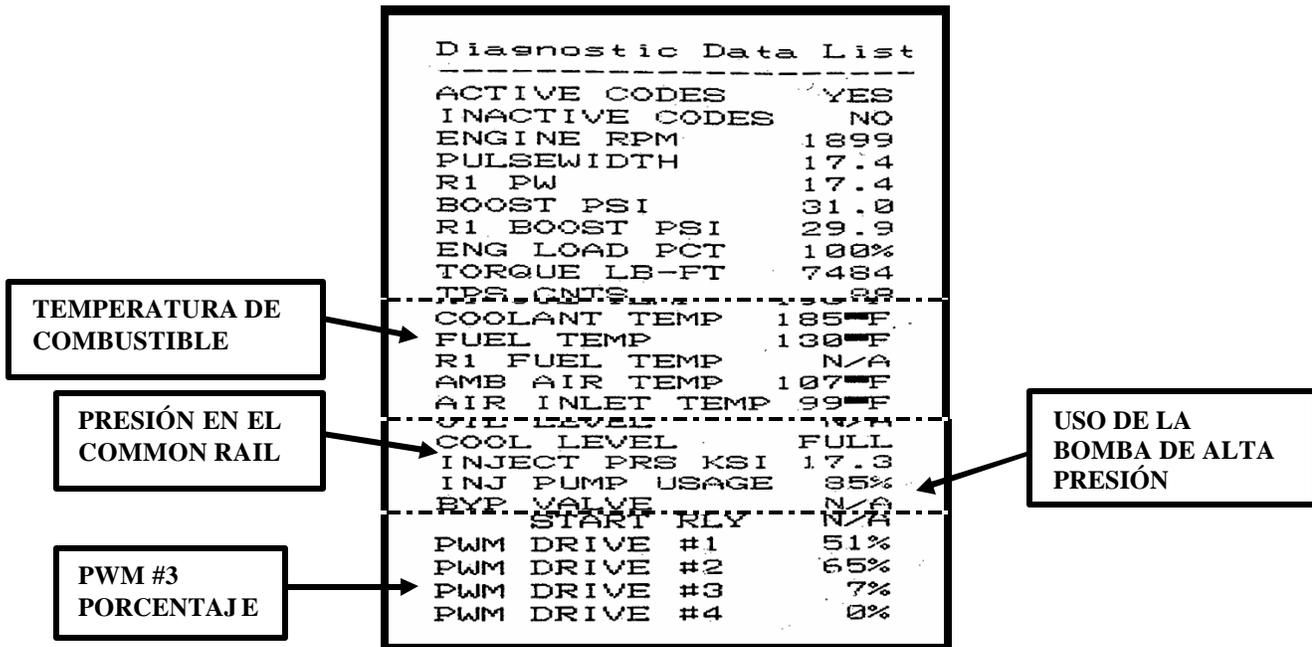


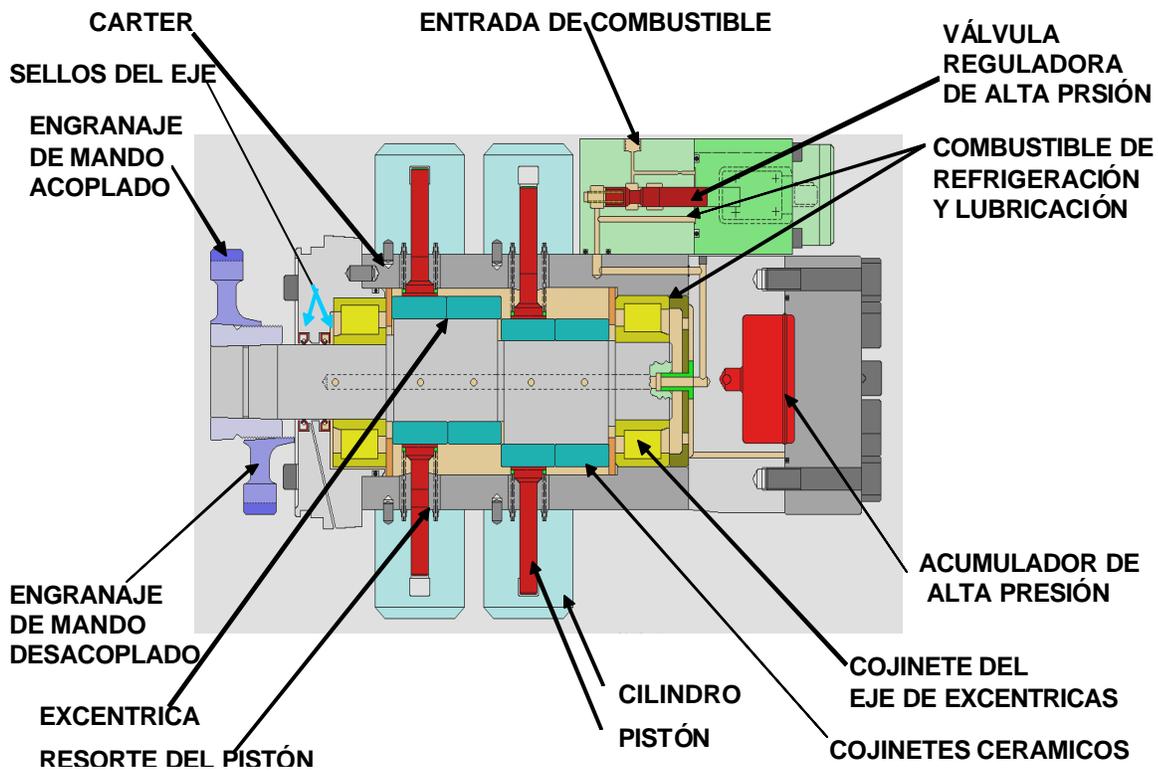
Fig. 11

El solenoide de control de la bomba de alta presión de combustible suministra Información (feedback) a los ECM's sobre el Porcentaje de Uso de la Bomba. El uso normal de la bomba de alta presión esta entre ___ y 92%. Puede verse la Información sobre el PWM 3 y el Porcentaje de uso de la bomba (Inject Pump Usage) en la lista de datos (Diagnostic Data List) del DDEC impresa en la figura 11.

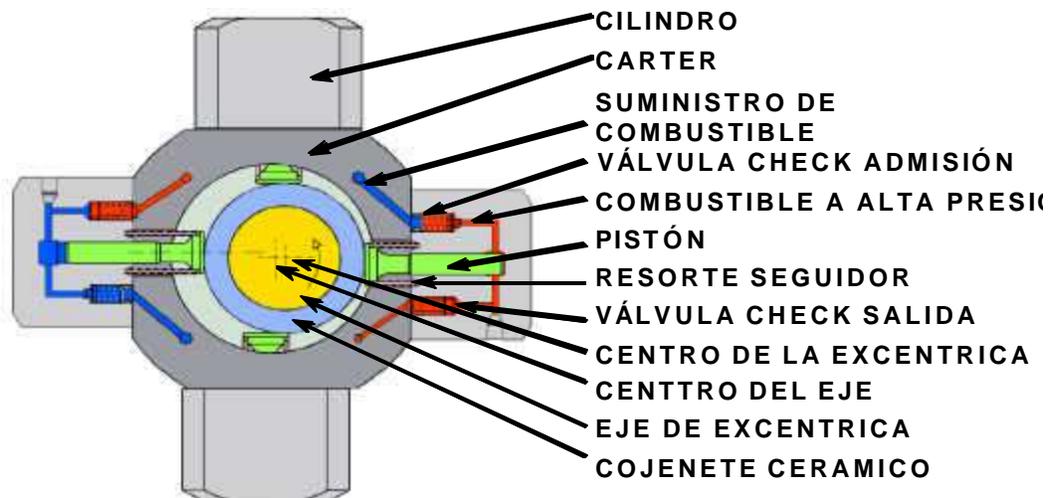
REVISIÓN DE COMPONENTES

	<u>Pág.</u>
• BOMBA DE ALTA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE	11
• BOMBA DE TRANSFERENCIA	14
• INYECTOR ELECTRÓNICO	16
• RIELES DE COMBUSTIBLE Y LÍNEAS	20
• VÁLVULAS LIMITADORAS DE COMBUSTIBLE	25
• CABEZAL Y FILTROS DE COMBUSTIBLE	27
• FILTRO DAVCO FUEL PRO	
• PLACA DE REFRIGERACIÓN DE LOS ECM's	
• SENSORES DDEC	

BOMBA DE ALTA PRESIÓN



VISTA EN CORTE LATERAL (Fig. 12)



VISTA EN CORTE TRANSVERSAL (Fig. 13)

BOMBA DE ALTA PRESIÓN

La bomba de alta presión de combustible esta montada en la parte frontal de la carcasa de distribución y es conducida por el engranaje libre del Banco "A". La bomba de alta presión utiliza un engranaje de mando desacoplable, se desengrana en caso de falla de la bomba para prevenir daño en el tren de distribución del motor.

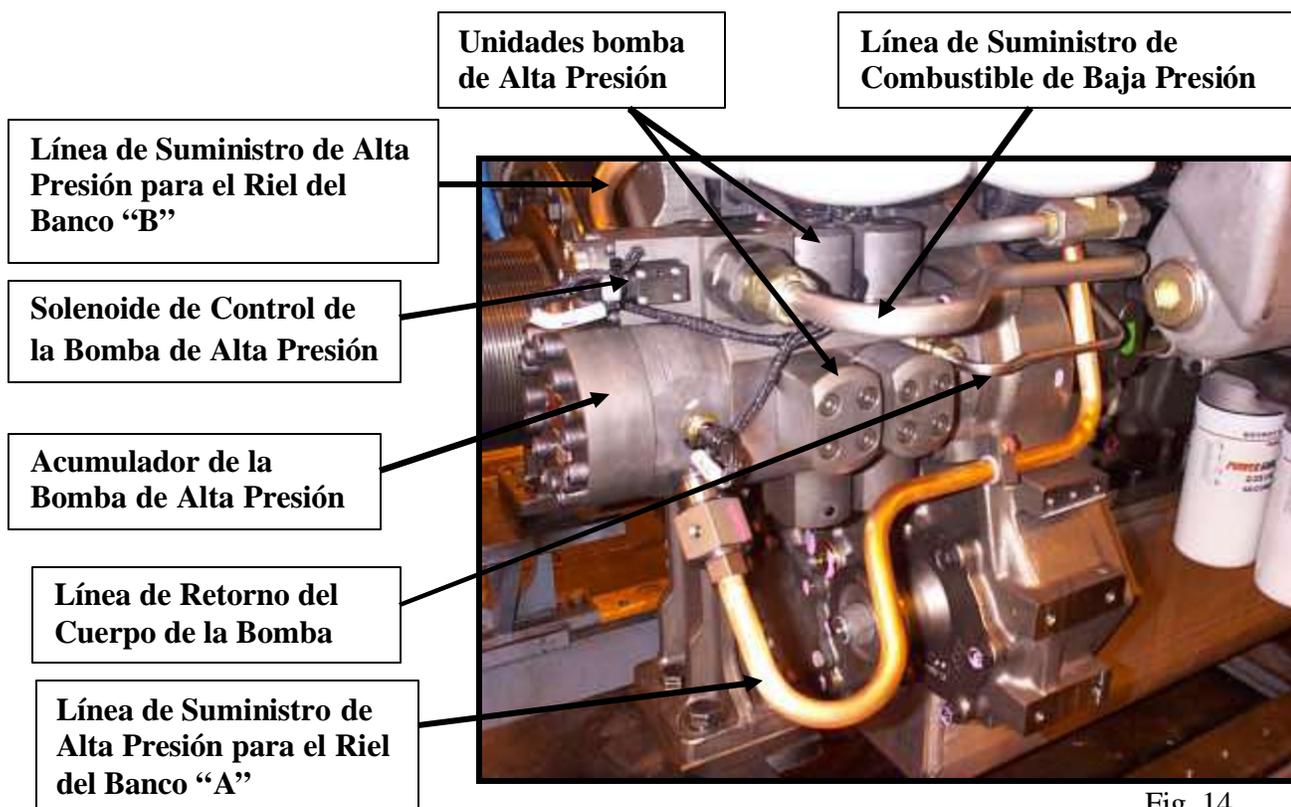


Fig. 14

La bomba de alta presión recibe combustible a baja presión desde la bomba de transferencia a través del solenoide de control. El solenoide de control de la bomba de alta presión controla la cantidad de combustible que entra al cuerpo de la bomba de alta presión y a las unidades de bombeo. El solenoide de control trabaja con 24 volts para abrir o cerrar contra la presión del resorte en la dirección de cerrado.

Parte del combustible recibido por la bomba de alta presión pasa al eje de la bomba para proveer lubricación y refrigeración a los cojinetes de la bomba y a los lóbulos cerámicos de las excéntricas. El combustible que lubrica y refrigera la bomba de alta presión sale por una línea de retorno al riel de retorno del banco "A" (Vea Fig. 14).

BOMBA DE ALTA PRESIÓN

La mayoría del combustible que entra a la bomba de alta presión va directamente a las unidades de bombeo para ser presurizado a la presión de operación requerida. Las ocho unidades de bombeo son operadas por el eje con lóbulos cerámicos excéntricos y controlada la entrada y salida por válvulas check. El combustible entra a la unidad de bombeo a través de la válvula check de entrada, presurizado por el pistón a la alta presión de operación, y sale hacia el acumulador a través de la válvula check de salida. Existen dos líneas de alta presión desde la bomba de alta presión para transferir el combustible presurizado a ambos rieles de alta presión, del banco "A" y banco "B".

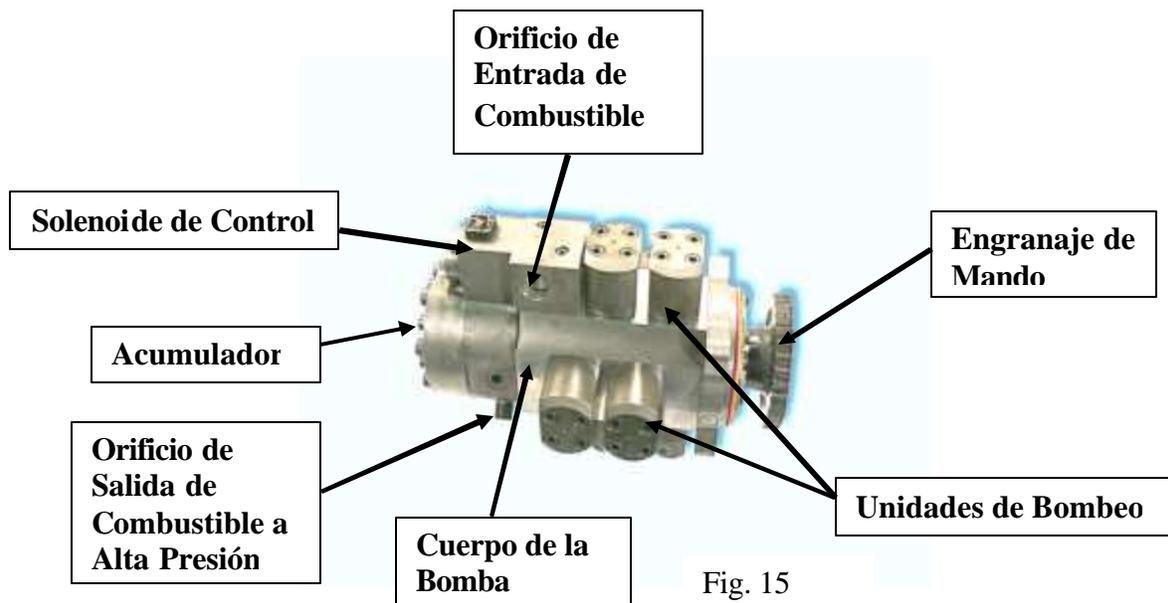


Fig. 15

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS BOMBA DE COMBUSTIBLE DE ALTA PRESIÓN



Fig. 16

EJE DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN

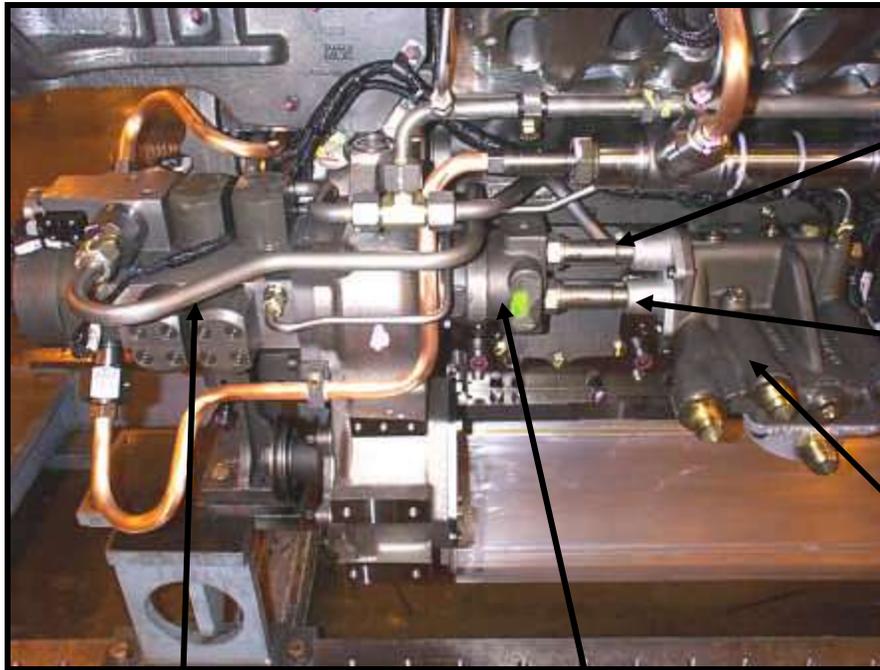
CONDICIÓN: Falla en los cojinetes de la Bomba de alta presión.

CAUSA: Restricción en el flujo de combustible de Baja Presión, que falto en la Bomba de alta presión causando falta de lubricación y refrigeración.

RECOMENDACIÓN: Reemplace la bomba de alta presión y siga el procedimiento de limpieza del sistema de combustible. Sección Mantenimiento. Evalúe la causa de la restricción del flujo del combustible de baja presión.

REUTILIZACIÓN: ¡No reutilice!

BOMBA DE TRANSFERENCIA DE BAJA PRESIÓN



Telescópica de Entrada a la Bomba de Transferencia

Telescópica de Salida de la Bomba de Transferencia

Cabezal de Filtros de Combustible

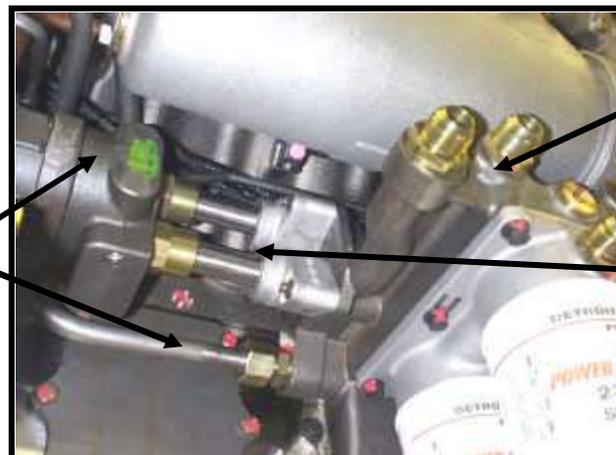
Suministro de Combustible de Baja Presión al Controlador de la Bomba de Alta Presión

Bomba de Transferencia de Combustible de Baja Presión

Fig. 17

La bomba de transferencia de combustible de baja presión succiona el combustible desde el estanque a través del cabezal de filtros y la telescópica de entrada (superior). El combustible presurizado sale de la bomba a través de la telescópica de salida (Inferior) y el cabezal de filtros de combustible hacia el filtro primario de combustible, retornando a los filtros secundarios a través del cabezal de filtros. Desde el cabezal de filtros se envía a través de una línea de suministro de baja presión directamente al controlador de la bomba de alta presión. El combustible presurizado por la bomba de transferencia tiene un rango de operación normal de 64 psi a 80 psi.

Fig. 18



Suministro de Combustible de Baja Presión al Controlador de la Bomba de Alta Presión

Cabezal de Filtros de Combustible

Telescópicas de Entrada y Salida de la Bomba de Baja Presión

BOMBA DE TRANSFERENCIA DE BAJA PRESIÓN

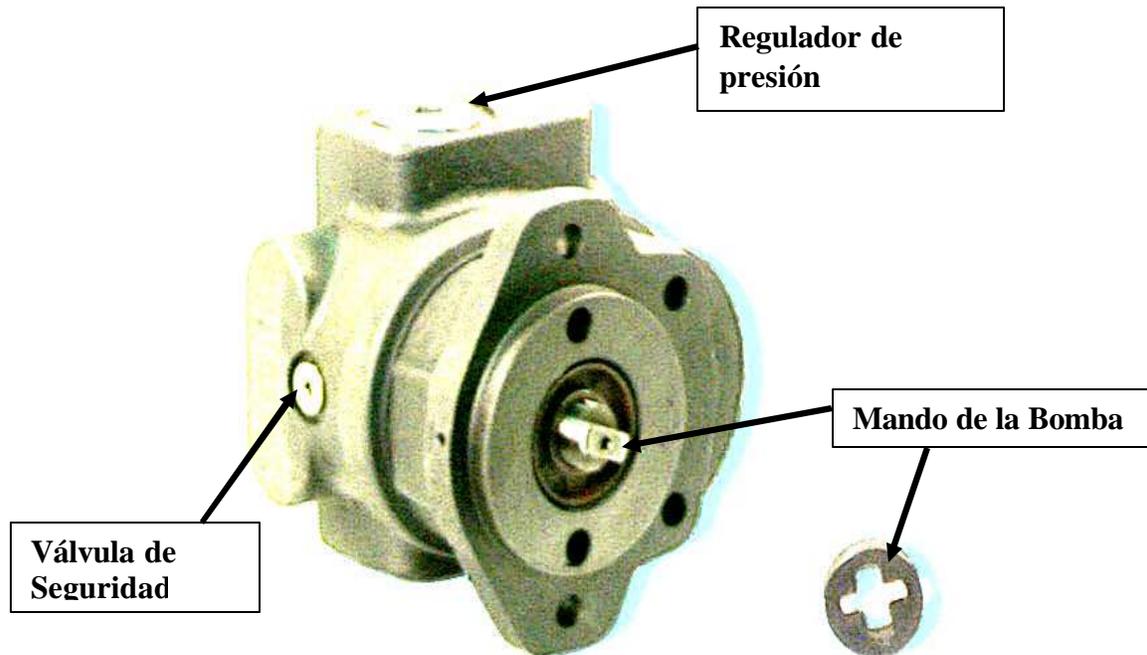


Fig. 19

La bomba de transferencia de baja presión tiene un mando tipo “G” que acopla con la bomba de alta presión montada en la carcasa de distribución y conducido por el engranaje libre del banco “A”.

INYECTOR ELECTRÓNICO

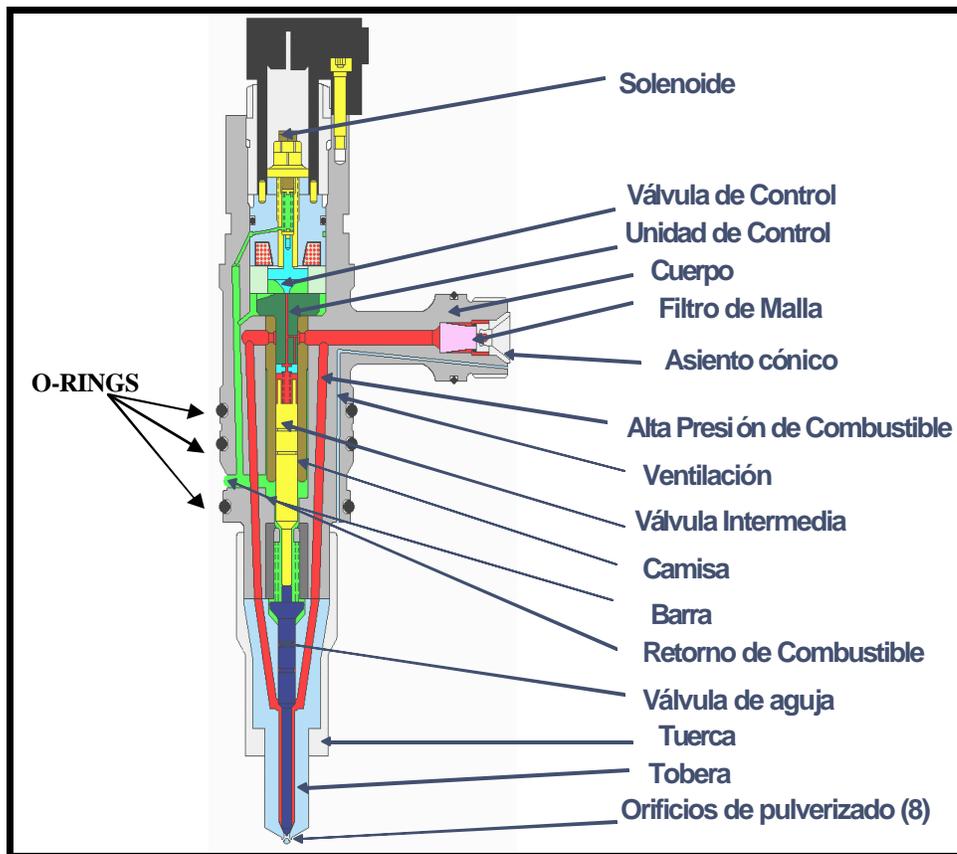


Fig. 20

El Inyector electrónico entrega el combustible dentro de cada cilindro. El Inyector recibe el combustible a alta presión continuamente desde los rieles de alta presión. El Inyector no necesita producir presión, por lo tanto, no existe un árbol de levas que requiera ajuste. La cantidad de combustible y el tiempo es controlado por DDEC IV.

DDEC IV controla el flujo de combustible en el Inyector enviando una señal al solenoide del Inyector. La válvula de control es cargada por un resorte manteniéndose en posición cerrada y se abre cuando el solenoide es energizado. Cada Inyector tiene su propio código de calibración que es determinado en la fábrica y estampado en la placa de identificación del Inyector como se muestra en la fig. 21. El código de calibración puede ser cualquier número de 00 a 99 (Fig. 22). El código de calibración se entra en el sistema DDEC IV con el lector DDR (Pro link) o DDDL para que el sistema DDEC IV pueda balancear o equilibrar cada Inyector para una salida de combustible uniforme.

INYECTOR ELECTRÓNICO



Solenoides del Inyector

Placa del Inyector con el Numero de Calibración

Fig. 21

INJECTOR CAL CODE			
CYL#	2L	CAL	98
CYL#	3R	CAL	79
CYL#	1R	CAL	98
CYL#	1L	CAL	36
CYL#	4R	CAL	79
CYL#	4L	CAL	75
CYL#	3L	CAL	81
CYL#	2R	CAL	86
CYL#	8L	CAL	80
CYL#	5R	CAL	14
CYL#	5L	CAL	87
CYL#	7L	CAL	24
CYL#	6R	CAL	02
CYL#	6L	CAL	19
CYL#	7R	CAL	77
CYL#	8R	CAL	90

Fig. 22

Al energizar el solenoide sube la válvula de control y la unidad de control lo que permite la entrada del combustible de alta presión a la válvula de aguja. La válvula de aguja se conecta a la válvula de control con la válvula intermedia y la barra. Por consiguiente, la válvula de aguja abre al mismo tiempo que la válvula de control se activa, para la atomización inmediata. La válvula intermedia es la que equilibra la presión para ayudar al solenoide derribar la válvula de la aguja contra la presión de combustible de alta.

Aproximadamente 10% del combustible que entró en el Inyector se usa para la lubricación y refrigeración, saliendo del Inyector a través del orificio de retorno de combustible. El orificio de retorno de combustible se localiza entre el segundo y tercer o'ring en el cuerpo del Inyector. El combustible del retorno del Inyector sale por el orificio de retorno a un orificio en la culata, a la línea de retorno de combustible y al múltiple de retorno.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DEL INYECTOR ELECTRÓNICO



Fig. 23

NUEVO



Fig. 24

CARBONILLA PRODUCIDA POR FALLA DE LA GOLILLA DE COBRE

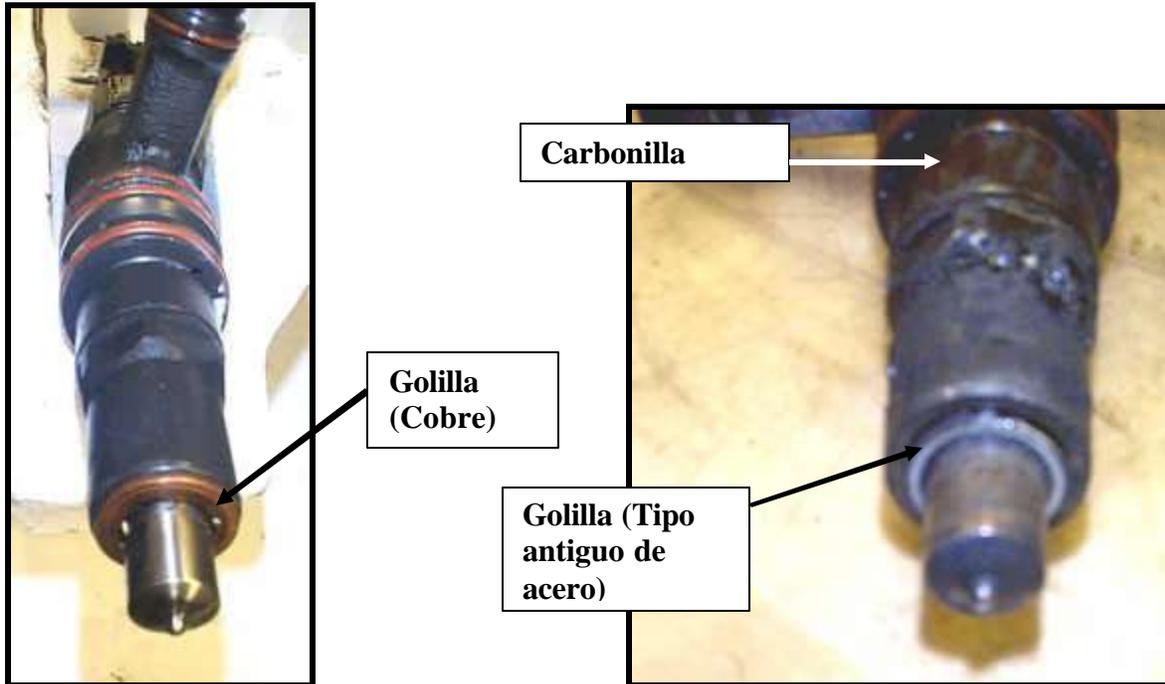
CONDICIÓN: Inyector dañado por compresión y carbonilla. El daño del O'ring puede ocurrir por el calor de la compresión, que podría resultar del combustible de retorno que fugue más allá de los O'rings o la compresión entrando en el retorno de combustible.

CAUSA: Fuga en la golilla de cobre. Puede ser por defecto de la golilla o el perno de Inyector suelto o quebrado.

RECOMENDACIÓN: Inspeccione el orificio del Inyector por posibles daños. Reemplace el Inyector con nuevos o'rings y golilla de cobre. Asegúrese de torqu coastar correctamente el perno del Inyector.

REUTILIZACIÓN: ¡No reutilice!

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA GOLILLA DEL INYECTOR



NORMAL

Fig. 25
(DISEÑO ANTERIOR DOS PIEZAS)
FUGA DE COMPRESIÓN

CONDICIÓN: Fuga por la golilla causa la formación de carbonilla en el Inyector y la camisa de Inyector. La carbonilla también pasa por el orificio de ventilación del Inyector a la cañería de alta presión de combustible. Los o’rings del Inyector se queman o dañan. La camisa del Inyector también puede sufrir daños por los gases de la combustión.

CAUSA: (1) Torque inadecuado al perno del Inyector. (2) Golilla de cobre defectuosa.

RECOMENDACIÓN: Reemplace el Inyector, golilla de cobre y o’rings. Revise el perno del Inyector y la grampa del Inyector, reemplace de ser necesario. Revise la camisa del Inyector, límpiela y reemplácela si es necesario.

REUTILIZACIÓN: Si existe carbonilla en la cañería de alta presión de combustible, no reutilice el Inyector o la cañería de alta presión de combustible, Reemplácelos.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA CAMISA DEL INYECTOR



OPERACIÓN NORMAL
CON GOLILLA DE COBRE

OPERACIÓN SEN GOLILLA
DE COBRE

CONDICIÓN: Fuga de compresión dentro de la camisa del Inyector causando carbonilla en la camisa y fuga de refrigerante por el sobrecalentamiento del o'ring de la camisa del Inyector.

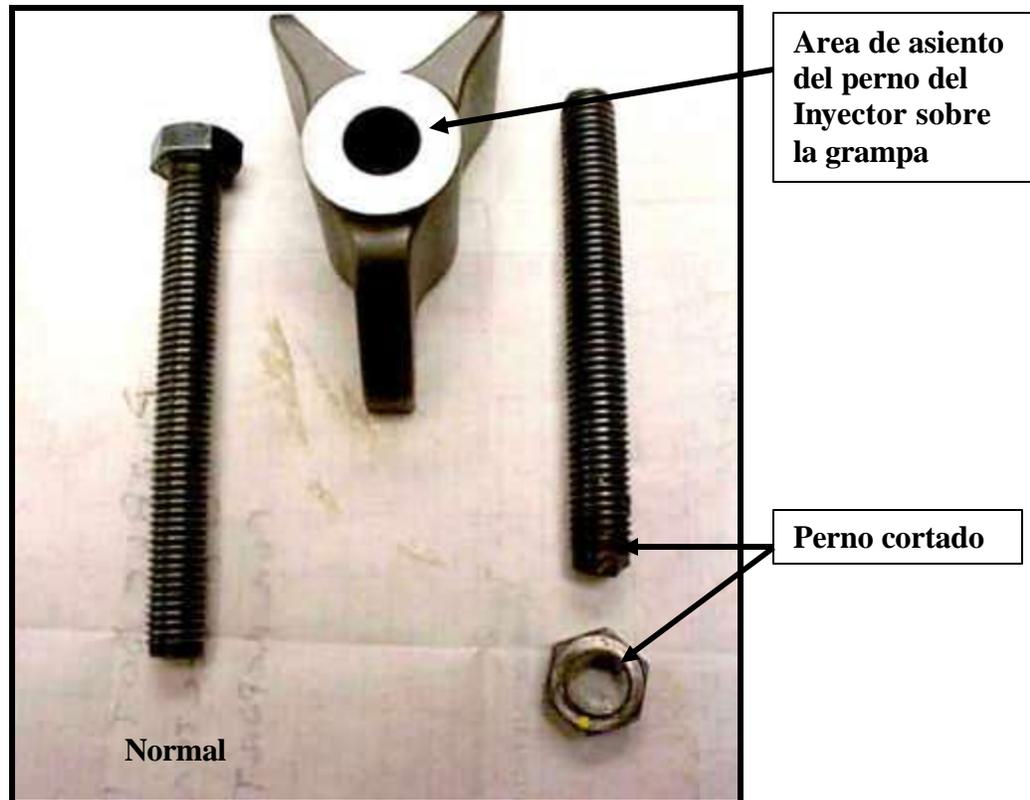
CAUSA: Omitir instalar la golilla de cobre durante la instalación del Inyector.

RECOMENDACIÓN: Revise posibles signos de erosión en el área del asiento de la camisa del Inyector.

El aumento de la carbonilla requiere que se reemplace la camisa y los o'rings. Limpie completamente, asegúrese que el área de asiento de los o'rings este lisa y libre de carbonilla.

REUTILIZACIÓN: Reemplace la camisa del Inyector cuando existan signos de erosión o excesiva acumulación de carbonilla. Asegúrese que se instalen golillas de cobre nuevas cuando un Inyector es instalado.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DEL PERNO DEL INYECTOR Y LA GRAMPA DE INYECTOR



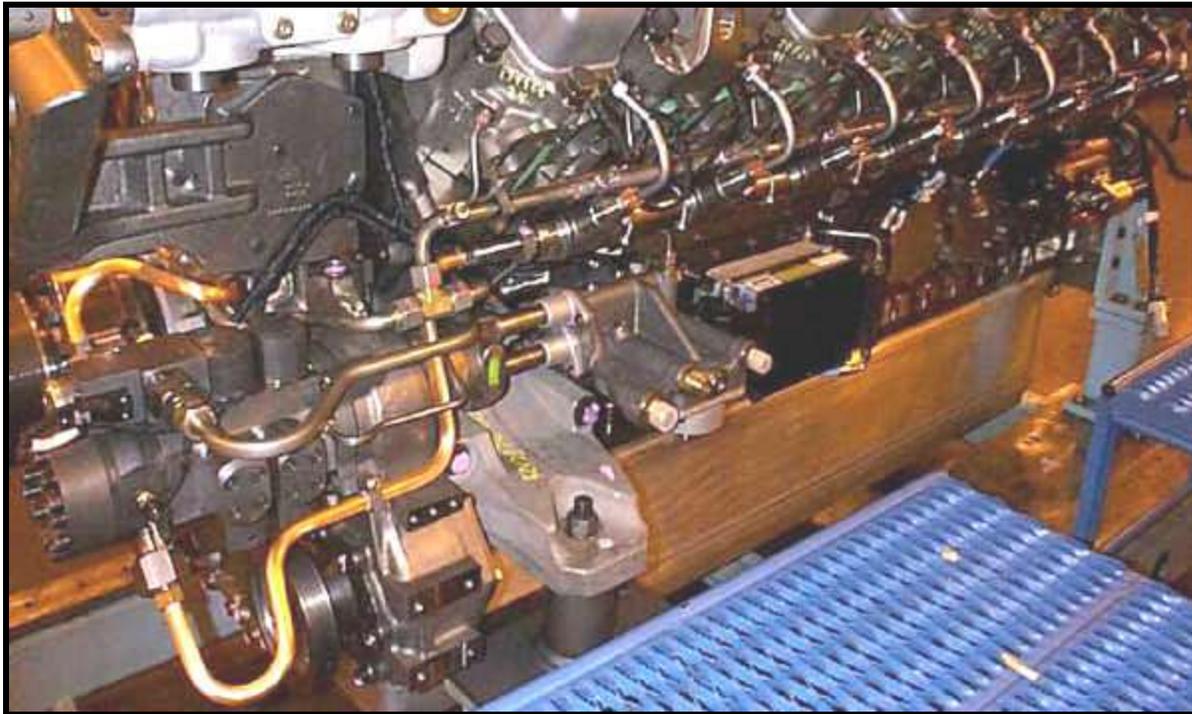
CONDICIÓN: Perno de Inyector cortado.

CAUSA: Excesivo torque durante la instalación.

RECOMENDACIÓN: Reemplace el perno y siga las especificaciones de torque adecuadas detalladas en la sección Especificaciones de Torque.

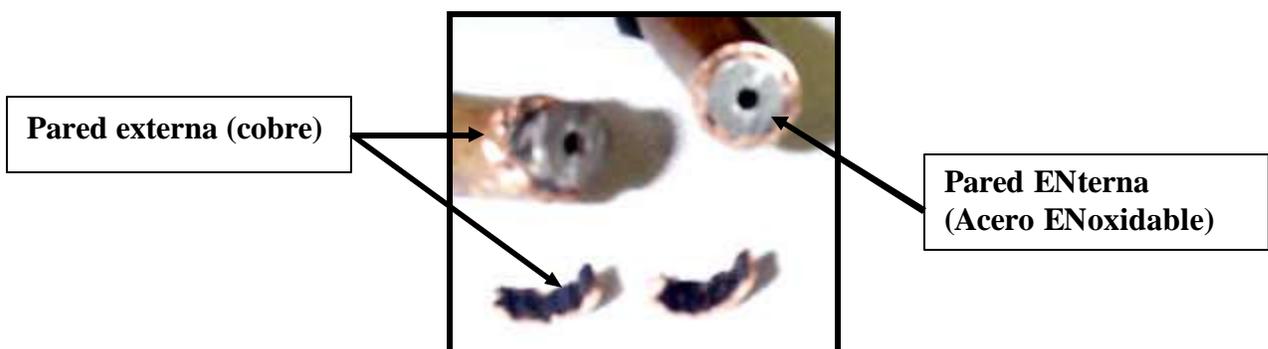
REUTILIZACIÓN: ¡No reutilice! Revise el área de asiento de la cabeza del perno con la grampa por posibles signos de desgaste. Si existe desgaste, reemplace el perno antes de que se corte. El desgaste o marcas son signos de un posible estiramiento del perno durante el trabajo, lo que puede generar el corte del perno y caída de la grampa del Inyector.

RIELES Y LÍNEAS DE COMBUSTIBLE

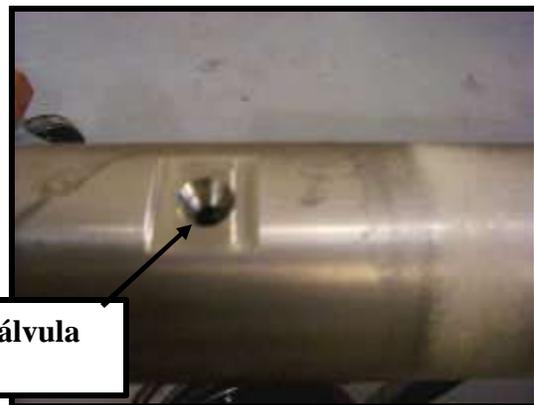
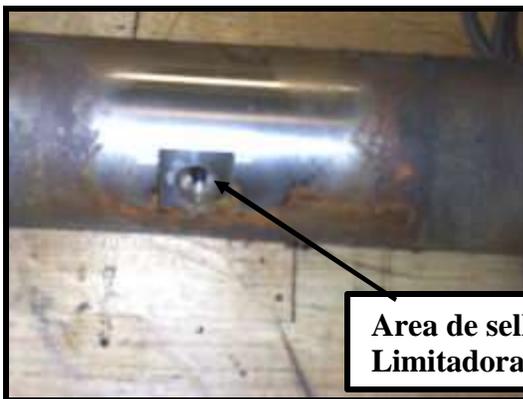


Los rieles del sistema de combustible common rail incluyen rieles de alta presión y de retorno. Los rieles de alta presión son construidos de acero inoxidable con perforaciones para colocar el asiento de las válvulas limitadoras de combustible. En el frente de los rieles de alta presión tienen fittings para conectar la línea de alta presión de combustible. Atrás, los rieles de alta presión tienen una válvula de seguridad en el banco A o un tapón en el banco B. La válvula de seguridad abre a una presión de 19.6 KPSI hacia el riel de retorno. Adicionalmente, los rieles de retorno aceptan el retorno de combustible de cada culata y del cuerpo de la bomba de alta presión.

Las líneas de combustible de alta presión de los rieles de alta presión a los Inyectores son diseñadas para llevar las fluctuaciones de alta presión del sistema utilizando una construcción única de doble pared. Esta construcción de doble pared consiste en una pared interior de acero y una pared protectora externa de cobre formando un pasaje de ventilación entre ambas.



INSPECCIÓN Y ANÁLISIS RIELES DE ALTA PRESIÓN



**Area de sello de la Válvula
Limitadora de Flujo**

USADO Y CORROÍDO

LIMPIO PARA REUTILIZARSE

CONDICIÓN: Corrosión externa y sucio.

CAUSA: Operación Normal.

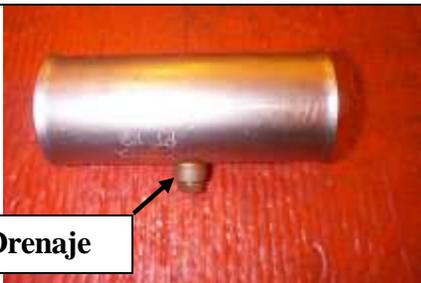
RECOMENDACIÓN: Desarme y limpie completamente. Lije el riel y los conectores para una fácil remoción. Inspeccione las áreas del asiento de las válvulas limitadoras de combustible y repárelas si es necesario. Siga los procedimientos de reparación que se encuentran en la sección de mantención.

REUTILIZACIÓN: Reutilice si las superficies de sellado están en buenas condiciones.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS CONECTOR DEL RIEL DE ALTA PRESIÓN



Camisa protectora (Marino & Hydro Frac Solamente)



Drenaje



**HILOS DE LOS
CONECTORES
DAÑADOS
DURANTE EL
DESARME DEL
MOTOR**

NUEVO

USADO, CORROÍDO

CONDICIÓN: Corroído y sucio. Dañado por una inadecuada protección durante el desarme del motor.

CAUSA: Operación Normal. Hilos dañados por no usar tapas protectoras.

RECOMENDACIÓN: Limpie e Inspeccione posibles daños o trizaduras en los hilos de los conectores de alta presión.

REUTILIZACIÓN: Reutilice si no encuentra daño. ¡No intente reparar los hilos del conector!

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL COMMON RAIL



Tapón del Riel de Alta Presión



Válvula de Seguridad del Riel de Alta Presión

CONDICIÓN:

CAUSA:

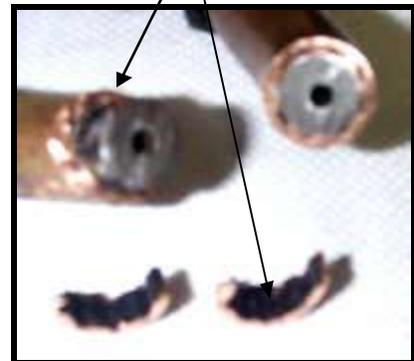
RECOMENDACIÓN:

REUTILIZACIÓN:

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS CAÑERÍA DE ALTA PRESIÓN A LOS INYECTORES



CARBONILLA ENTRE
LA PARED INTERIOR Y
LA EXTERIOR



NORMAL

**SOBRECALENTADA & CARBONILLA POR FUGA
POR LA GOLILLA DE COBRE**

CONDICIÓN: Línea de combustible sobrecalentada y se lleno de carbonilla entre el tubo interior y el tubo exterior. Refer to cut away to see carbon build up between tubes.

CAUSA: Fuga por falta de la golilla de cobre, torque inadecuado al perno del Inyector causando sellado deficiente de la golilla.

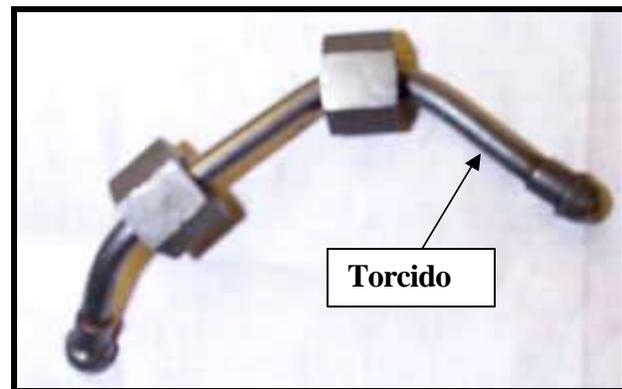
RECOMENDACIÓN: Reemplace la cañería de alta presión, el Inyector y la golilla de cobre. Bojo condiciones normales, limpie, Inspeccione áreas de sellado por posibles daños, reemplace los o-rings, y apriete las turcas internas antes de reutilizar.

REUTILIZACIÓN: ¡No reutilice! No es posible limpiar.

RIELES Y LÍNEAS DE RETORNO



INSPECCIÓN Y ANÁLISIS LÍNEAS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE



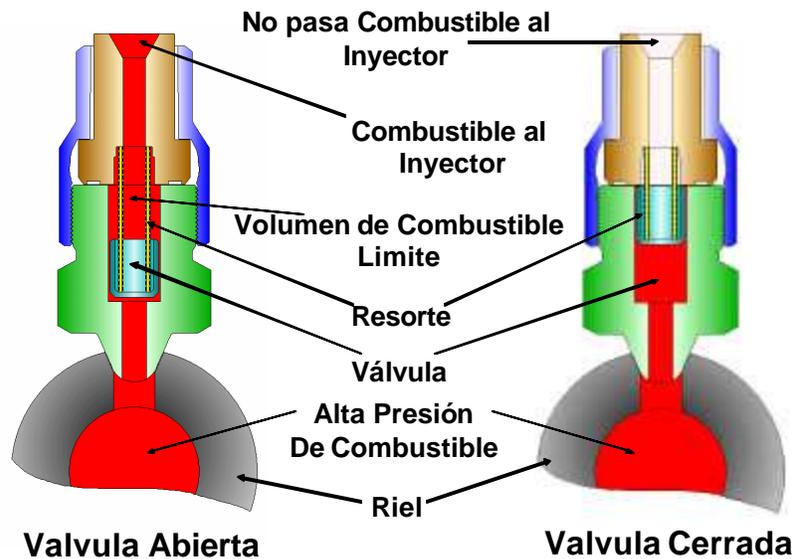
CONDICIÓN:

CAUSA:

RECOMENDACIÓN:

REUTILIZACIÓN:

VÁLVULA LIMITADORA DE FLUJO



Hay una válvula limitadora de flujo por cada Inyector para prevenir la sobredosificación dentro del cilindro si algo le pasa al Inyector. Las válvulas limitadoras de flujo están localizadas en ambos bancos entre la cañería de alta presión al Inyector y el riel de alta presión. Estas válvulas censan el flujo de combustible y cortaran el flujo de combustible al Inyector cuando se exceda la tensión del resorte de la válvula limitadora. Esto es normalmente 1,5 veces el flujo normal de combustible al Inyector.



Fig. ___ DESARME DE LA VÁLVULA LIMITADORA DE FLUJO

Las válvulas limitadoras de flujo consisten en un resorte y una válvula, que flotan en el flujo de combustible hasta que el flujo de combustible excede la presión del resorte, causando el cierre de la válvula contra el asiento del cuerpo. La entrada del riel de alta presión se estrecha en forma cónica para aceptar la boquilla de la válvula limitadora de flujo. La salida de la válvula limitadora de combustible también se estrecha en forma de cono para aceptar la cañería de alta presión al Inyector. Las condiciones de las superficies de los conos es muy importante en la prevención de fugas de combustible. Cuando necesite retirar las cañerías de alta presión; debe tener el cuidado de proteger todas las superficies de sellado de la válvula limitadora de flujo, el riel de alta presión y la cañería de alta presión del Inyector.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS VÁLVULA LIMITADORA DE FLUJO



Fig. 1

NORMAL



Fig. 2

SOBRECALENTAMIENTO
CORROSIÓN POR AGUA
CARBONILLA POR FUGA
POR GOLILLA DE COBRE



Fig. 3

CONDICIÓN: Sobrecalentamiento o corrosión.

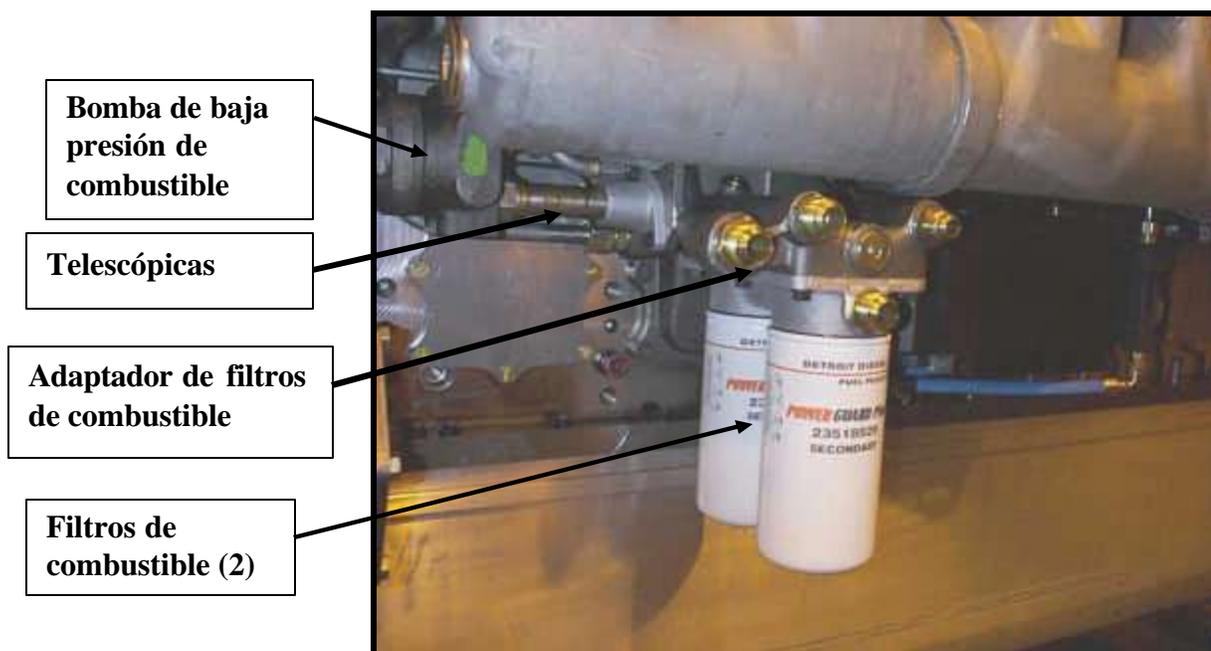
CAUSA: Sobrecalentamiento por fuga por golilla de cobre o corrosión por exposición al agua.

RECOMENDACIÓN: Condición normal, revise superficies de sellado por posible daño.

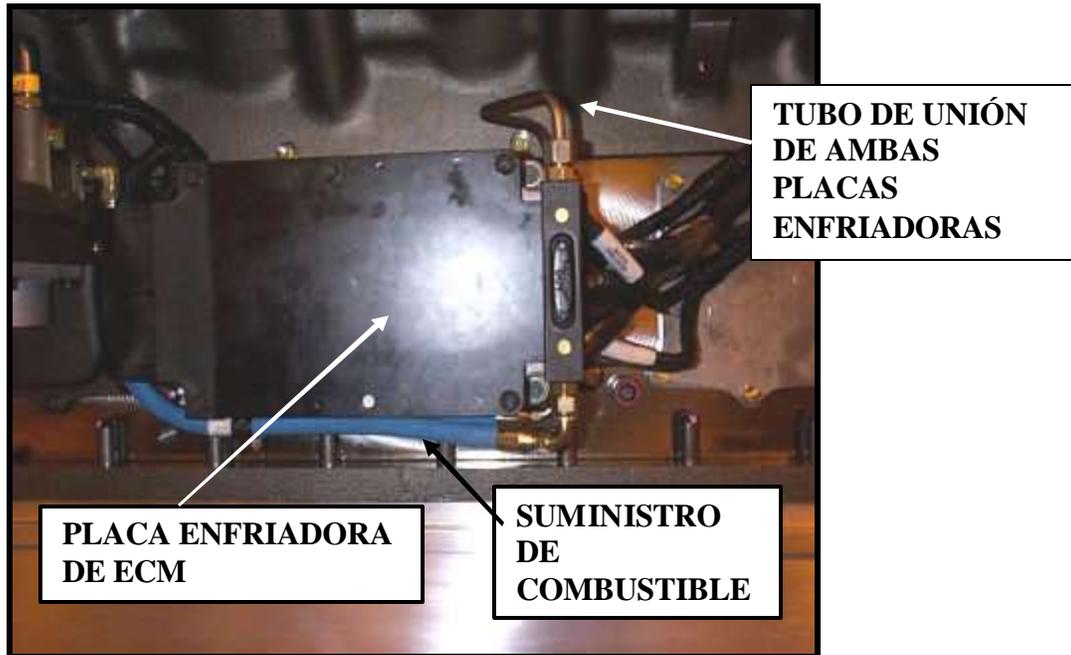
Condiciones de sobrecalentamiento o corrosión reemplace la válvula limitadora de combustible.

REUTILIZACIÓN: ¡Reutilice sólo en condición normal! Reemplace si tiene dañadas las superficies de sellado.

CABEZAL Y FILTROS DE COMBUSTIBLE



PLACAS ENFRIADORAS DE LOS ECM



MANTENCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Limpieza del Sistema de Combustible Después de una Falla de la Bomba de Alta Presión

En el caso de presentarse una falla en la cerámica de una bomba de alta presión de combustible Serie 4000, debe realizarse el siguiente procedimiento de limpieza.

Precaución: Errores en la limpieza de TODAS las partículas cerámicas del sistema de combustible producirá fallas por contaminación en los componentes del sistema de combustible

IDENTIFICACIÓN:

Si una bomba tiene el engranaje de mando desacoplado hacia el interior, esto indica que existe una falla en el buje cerámico. Si el buje cerámico ha fallado, el eje de la bomba se agripa y no girará. Si la bomba ha experimentado este tipo de falla, el sistema de combustible necesita ser limpiado de acuerdo al siguiente procedimiento :

Sistema de Alta Presión

1. Retire la bomba de combustible de alta presión del motor.
2. Retire la líneas de alta presión de la bomba de alta presión a los rieles de alta presión y de los rieles a los Inyectores. Vacíe todas las líneas con solvente o combustible diesel y limpie soplando con aire comprimido.
3. Con los Inyectores todavía instalados en las culatas, revise la entrada de la alta presión por restos o partículas en el filtro de entrada (malla); si la presencia de partículas es evidente, cambie los Inyectores.
4. Retire, desarme y limpie todas las válvulas limitadoras de flujo.
5. Retire el regulador del riel de alta presión de combustible del banco "A" y el tapón del riel del banco "B". Limpie ambos rieles de alta presión de combustible. Desarme y limpie el regulador de presión del riel del banco "A".
6. Vuelva a armar siguiendo los procedimientos y especificaciones de torque del manual de servicio.

Sistema de Baja Presión

1. Reemplace la bomba de transferencia de baja presión de combustible. *Nota: Esto es obligatorio,*
2. Retire los filtros de combustible secundarios y el cabezal de filtros. Retire todos los, tapones y reguladores del cabezal de filtros. Vacíe y sople todos los pasajes. *Nota: Esta es un área crítica para la acumulación de partículas cerámicas.*

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Fallas en los dos sellos superiores puede resultar en la fuga de combustible por los sellos dentro del área del mecanismo de válvulas de la culata generando dilución del combustible en el aceite. Fuga en la golilla de cobre puede dañar el O-ring Inferior permitiendo la entrada de la combustión dentro del retorno del combustible.

Siempre debe tenerse cuidado cuando es retirada una cañería de alta presión de combustible del inyector, porque al soltar las cañerías se suelta también la contratuerca interior y podrían causar un mal asentamiento al no ser adecuadamente torquedadas antes de reinstalar la cañería.

Debe tenerse cuidado de proteger las superficies de sellado de las cañerías de alta presión y las válvulas limitadoras cuando sean retiradas, cualquier daño en la superficie de sellado pueden causar fugas de combustible.

La bomba de alta presión de combustible es directamente afectada por la disponibilidad del flujo de combustible del sistema de transferencia de baja presión. La falta de suministro de combustible de baja presión, genera que la señal de demanda del solenoide de control PWM3 suba sobre el rango normal y el uso de la bomba (injection pump usage) exceda el 92 %. El excesivo uso de la bomba de alta presión sobre el 92 % causara código DDEC PWM3 sobre el rango normal y una posible falla en los lóbulos cerámicos del eje de la bomba de alta presión de combustible.

El funcionamiento del solenoide de control depende de la disponibilidad de suficiente voltaje de la batería para una adecuada operación y un movimiento completo del embolo.

El sensor de alta presión (HPS) suministra información de la bomba de alta presión de combustible y del sistema de combustible de riel de alta presión en su habilidad de mantener suministro suficiente de combustible a alta presión para un adecuado funcionamiento del inyector y potencia.

GUÍA PARA ELIMINAR PROBLEMAS DE FUGAS DE COMBUSTIBLE

1. Llene un recipiente de 25 litros con combustible y tinta.
2. Coloque las líneas de combustible del estanque del camión en el recipiente.
3. Mantenga funcionando el motor por varios minutos.
4. Retire las tapas de válvulas y con una luz negra revise las culatas.
5. Una fuga de combustible por un inyector, culata o sellos debe ser muy evidente.

Asunto: Fallas en el controlador de la Bomba de Alta Presión

Recientemente llamo nuestra atención que cada vez mas estamos reemplazando el controlador (válvula solenoide) de la bomba de alta presión debido al código de bajo uso de la bomba cuando el motor esta en ralenti.

One of the explanations for it could be that the controller does not Completely close the fuel supply to the high pressure pump, which will prevent the rail pressure from dropping to the DDEC desired value at idle. There are a lot of other things that could cause this behavior.

To help determining the root cause of the above failures we need the complete DDEC data list taken on the engine with this problem at three steady state points:

1. Idle, while the code is active
2. Full power, rated speed
3. Rated speed, no load

The data list must contain the following parameters:

- Engine S/N
- 6N4D
- injection control pressure
- Fuel rail pump utilization
- Fuel delivery pressure
- Engine RPM
- Fuel temperature
- Percent engine load
- Battery voltage
- PWM3 output

Please distribute this note to appropriate people so that we can gather the data and come up with solution to the problem. We don't want to continue swapping controllers if we are not sure that the controller is the root cause of it.

If you have one bad injector or injector wire 1/2 of the ECM will not fire per following note from ET.

Also, you will log response time codes for that 1/2 of the ECM.

Change of cal code to limit injector output

I gave Phil Dodge the "63" cal code that will take an injector to its lowest output. I told Phil it is only for injectors that are over fueling causing high exhaust temperature. He then said "what happens if I put it in all of the

injectors?" I told him the pitfalls of doing this and not to do it.

He will try this and let us know.

ESPECIFICACIONES DE TORQUE PARA LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TAMAÑO</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL USO</u>	<u>TORQUE (Nm)</u>
PERNO		A ECM STRAEN RELIEF COMB	0.8 - 1.5
PERNO	M3	A TERMINAL DE INYECTOR	1.4 - 2.0
PERNO, CLASE 8.8	M6	A STANDARD	9 - 10
PERNO, CLASE 8.8	M8	A STANDARD	21 - 24
PERNO, CLASE 8.8	M10	A STANDARD	42 - 47
PERNO, CLASE 8.8	M12	A STANDARD	74 - 82
PERNO, CLASE 8.8	M14	A STANDARD	115 - 127
PERNO, CLASE 8.8	M16	A STANDARD	180 - 198
PERNO, CLASE 8.8	M18	A STANDARD	250 - 275
PERNO, CLASE 8.8	M20	A STANDARD	350 - 385
PERNO, CLASE 8.8	M22	A STANDARD	480 - 528
PERNO, CLASE 9.8	M8	A STANDARD	31-35
PERNO, CLASE 9.8	M10	A EXHAUST OUTLET MOUNTING	42 - 47
PERNO, CLASE 10.9	M6	A STANDARD	12 - 14
PERNO, CLASE 10.9	M8	A STANDARD	31 - 35
PERNO, CLASE 10.9	M8	A TOP COVER OF CAC	21 - 24
PERNO, CLASE 10.9	M10	A STANDARD	60 - 66
PERNO, CLASE 10.9	M10	A OIL PAN / BLOCK , FRONT 4 PERNOS (REFERENCE CATEGORY F)	60 - 66*
PERNO, CLASE 10.9	M10	A OIL PAN / BOLCK (REFERECNE CATEGORY F)	30 - 33*
PERNO, CLASE 10.9	M12	A STANDARD	100 - 110
PERNO, CLASE 10.9	M12	A STANDARD	100 - 110
PERNO, CLASE 10.9	M12	A OIL PAN TO GEARCASE (REFERENCE CATEGORY F)	65 - 75 *
PERNO, CLASE 10.9	M14	A STANDARD	160 - 176
PERNO, CLASE 10.9	M16	A STANDARD	250 - 275
PERNO, CLASE 10.9	M16	H FLYWHEEL / FLEX PLATE (REFERENCE CATEGORY F & H) *	130 60 DEG
PERNO, CLASE 10.9	M18	A STANDARD	350 - 385
PERNO, CLASE 10.9	M18	A MAEN BEARENG STABILIZER (REFERENCE CATEGORY F) *	80* 280*
PERNO, CLASE 10.9	M20	A STANDARD	500 - 550
PERNO, CLASE 10.9	M20 X 1.5	H ROD JOENT (REFERENCE CATEGORY F & H) *	240* 90 DEG*
PERNO, CLASE 10.9	M22	A STANDARD	680 - 748
PERNO, CLASE 10.9	M22	H HEAD JOENT (REFERENCE CATEGORY F & H) *	180* 180 DEG*
PERNO, CLASE 10.9	M24	A STANDARD	850 - 935
<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>TAMAÑO</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL USO</u>	<u>TORQUE (Nm)</u>
TAPÓN, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M10 X 1.0	A STANDARD	15 - 17
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M12 X 1.5	A STANDARD	35 - 39
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M14 X 1.5	A STANDARD	35 - 39
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M16 X 1.5	A STANDARD	40 - 44
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M18 X 1.5	A STANDARD	50 - 55

TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M20 X 1.5	A STANDARD	55 - 61
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M22 X 1.5	A STANDARD	60 - 66
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M24 X 1.5	A STANDARD	70 - 77
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M26 X 1.5	A STANDARD	80 - 88
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M27 X 2.0	A STANDARD	80 - 88
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M30 X 1.5	A STANDARD	100 - 110
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M30 X 2.0	A STANDARD	95 - 105
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M33 X 2.0	A STANDARD	120 - 132
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M36 X 1.5	A STANDARD	130 - 143
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M38 X 1.5	A STANDARD	140 - 154
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M42 X 1.5	A STANDARD	150 - 165
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M45 X 1.5	A STANDARD	160 - 176
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M48 X 1.5	A STANDARD	170 - 187
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO / HIERRO COLADO	M52 X 1.5	A STANDARD	180 - 198
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO /	M56 X 1.5	A STANDARD	190 - 209
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ACERO /	M64 X 1.5	A STANDARD	205 - 226
DESCRIPCION	TAMAÑO	DESCRIPCION DEL USO	TORQUE (Nm)
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M10 X 1	A STANDARD	15 - 17
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M12 X 1.5	A STANDARD	25 - 28
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M14 X 1.5	A STANDARD	25 - 28
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M16 X 1.5	A STANDARD	30 - 33
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M18 X 1.5	A STANDARD	35 - 39
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M20 X 1.5	A STANDARD	45 - 50
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M22 X 1.5	A STANDARD	50 - 55
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M24 X 1.5	A STANDARD	60 - 66
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M26 X 1.5	A STANDARD	70 - 77
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M27 X 2	A STANDARD	70 - 77
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M30 X 1.5	A STANDARD	90 - 99
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M30 X 2	A STANDARD	85 - 94
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M33 X 2	A STANDARD	110 - 121
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M36 X 1.5	A STANDARD	115 - 127
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M38 X 1.5	A STANDARD	120 - 132
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M42 X 1.5	A STANDARD	130 - 143
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M45 X 1.5	A STANDARD	140 - 154
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M48 X 1.5	A STANDARD	145 - 160
TAPON, GOLILLA DE COBRE EN ALUMINIO	M52 X 1.5	A STANDARD	150 - 165
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M10 X 1	A STANDARD	10 - 12
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M12 X 1.5	A STANDARD	14 - 16
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M14 X 1.5	A STANDARD	15 - 18
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M16 X 1.5	A STANDARD	18 - 21
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M18 X 1.5	A STANDARD	23 - 26
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M22 X 1.5	A STANDARD	33 - 37
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M27 X 2	A STANDARD	57 - 62
TAPON, FITING, SENSOR - ISO 6149	M33 X 2	A STANDARD	103 - 113
FITING - O-RENG FACE SEAL (ORFS)	9/16-18 (-4HOSE)	A STANDARD	14 - 16
FITING - O-RENG FACE SEAL (ORFS)	11/16-16 (-6 HOSE)	A STANDARD	24 - 27
FITING - O-RENG FACE SEAL (ORFS)	13/16-16 (-8 HOSE)	A STANDARD	43 - 48
FITING - O-RENG FACE SEAL (ORFS)	1 3/16-12 (-12 HOSE)	A STANDARD	90 - 99
FITING, STRAIGHT METRIC O-RENG	M14 X 1.5	A STANDARD	25 - 28
FITING, STRAIGHT METRIC O-RENG	M18 X 1.5	A STANDARD	35 - 39
FITING, STRAIGHT METRIC O-RENG	M22 X 1.5	A STANDARD	50 - 55
FITING, STRAIGHT METRIC O-RENG	M30 X 1.5	A STANDARD	90 - 99
TAPON, FITTENENG - NPTF	1/4-18 (3/4 TAPER)	A STANDARD	19 - 22
TAPON, FITTENENG - NPTF	1/2-14 (3/4 TAPER)	A STANDARD	31 - 37
TAPON, FITTENENG - NPTF	3/4-14 (7/8 TAPER)	A STANDARD	45 - 56

TAPON, FITTENENG - NPTF	3/4-14 (3/4 TAPER)	A	STANDARD	45 - 56
TAPON, FITTENENG - NPTF	1-11 X 1/2 (3/4 TAPER)	A	STANDARD	102 - 107
TAPON	G 1/4	A	TAPON, HYDRAULIC EXPANSION PORT	25 - 35
TAPON - SPECIAL	M26 X 1.5	A	OIL FILTER DRAEN TAPON	80 - 88
BANJO PERNO	M12 X 1.5	A	STANDARD	20 - 22
BANJO PERNO	M14 X 1.5	A	STANDARD	25 - 28
METAL TO METAL CONE SEAL	M14 X 1.5	A	HIGH PRESSURE FUEL SENSOR	30 - 40
METAL TO METAL CONE SEAL	M14 X 1.5	A	LOW PRESSURE JUMPER LENES (N 15001)	18 - 20
CLAMP		C	TURBO COMPRESSOR V BAND CLAMP* (F)	12.4 - 14.7
CLAMP		C	TUBRO TURBENE V BAND CLAMP* (F)	17 - 19

<u>DESCRIPCION</u>	<u>TAMAÑO</u>		<u>DESCRIPCION DEL USO</u>	<u>TORQUE (Nm)</u>
NUT	M10	A	TURBO MOUNTENG (DRY EXHAUST)	60 - 66
NUT	M12	B	NUT, GEARCASE TO BLOCK JOENT	110 - 120*
NUT	M16 X 1.5	A	VALVE BRIDGE & ROCKER ARM NUT*	90 - 100
NUT	M24 X 2	E	MAEN BEARENG CAP (REFERENCE CATEGORY F & H)*	**
STUD	M10	A	STUD ENSTALLATION, TURBO OIL DRAEN FLANGE	10 - 15
STUD	M12	A	STUD ENSTALLATION, GEARCASE / BLOCK JOENT	10 - 15
STUD	M24 X 2	A	MAEN BEARENG CAP STUD	80 - 90
FUEL LENE	M24 X 1.5	C	NUT, HP FUEL LENES (REFERENCE CATEGORY F)*	100 - 110*
FUEL LENE	M40 X 1.5	C	NUT, HP FUEL LENES (REFERENCE CATEGORY F)*	100 - 110*
FUEL LENE	M42 X 1.5	A	FUEL RAIL NUT	550 - 605

* ADDITIONAL ENFORMATION EN ASSEMBLY DRAW ENG REFERENCED EN THE RESPECTIVE UPC GROUP.
 ** MAEN BEARENG CAP STUD STRETCHENG DETAILED EN ASSEMBLY REFERENCED EN 6A1 GROUP.

CATEGORY DESCRIPTIONS

- A - LOAD WITHEN DESIGN CAPABILITY.
PROCESS VERIFICATION CONTROLLED BY CORRECT TOOLENG.
VERIFICATION - TO MENIMUM TORQUE VALUE.
- B - LOAD REQUIRED AT OR NEAR YIELD.
PROCESS CONTROLLED BY SPECIAL TORQUE EQUIPMENT OR PROCESS
VERIFICATION - TO MENIMUM TORQUE VALUE.
- C - LOAD REQUIRED SENSITIVE TO BOTH LOW & HIGH VALUES.
PROCESS CONTROLLED BY SPECIAL TORQUE EQUIPMENT OR PROCESS
VERIFICATION - TO GIVEN RANGE OF TORQUE VALUES.
- D - LOAD AT YIELD.
PROCESS CONTROLLED BY SPECIAL TORQUE EQUIPMENT OR PROCESS
FASTENERS REQUIRE LUBRICANT 7Y2 OR EQUIVALENT.
VERIFICATION - TO MENIMUM TORQUE VALUE.
- E - LOAD, BOTH HIGH & LOW CRITICAL
PROCESS CONTROLLED BY SPECIAL TORQUE EQUIPMENT.
VERIFICATION - TO EQUIPMENT CAPABILITY.

- F - JOINT SENSITIVE TO TORQUE SEQUENCE. SEE ENGINE BUILD INSTRUCTIONS.
- G - GASKET ELIMINATOR USED AS A SEALANT. JOINT SENSITIVE TO PERNO REMOVAL.
- H - CRITICAL JOINT. TORQUE PLUS ANGLE REQUIRED.

NOTE: TORQUE SPECIFICATION DOES NOT APPLY TO HOT ENGINES. RECHECK OF TORQUE AT ROOM TEMPERATURE TO BE NOT LESS THAN 90 PERCENT OF MINIMUM ASSEMBLY VALUES.