

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA ACCESORIO PARA
TRABAJO EN ALTURA EN EXCAVADORA HIDRAULICA
KOMATSU MODELO PC600LC-7 QUE UTILIZA MOTOR CRI
(COMMON RAIL INJECTION)**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

LUIS RUBEN TORRES MANRIQUE

PROMOCIÓN 1991-II

LIMA-PERÚ

2 014

DEDICATORIA

El presente informe se lo dedico a Dios por iluminarme permanentemente, por haberme dado salud y la fortaleza necesaria para vencer los obstáculos que se fueron presentando.

A mi madre Silvia aunque no está presente, sé que se sentirá muy orgullosa, siempre fue una persona maravillosa de consejos acertados, con su gran amor supo enseñarme, guiarme y me decía que con fe, humildad y perseverancia se logran grandes objetivos.

A mi padre Eufemio por sus sabios consejos desde temprana edad, su ejemplo de persona honesta, su confianza y su apoyo permanente durante los años de estudios profesionales.

A mi esposa Gloria, a mis hijas Eliana y Lorena por ocupar un lugar importante en mi vida, quienes siempre me motivaron y estuvieron pendientes de la culminación de esta última parte de la carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por su inmensa bondad, por darme salud, sabiduría y por guiarme por el camino del éxito.

A la Universidad Nacional de Ingeniería en especial a la facultad de Ingeniería Mecánica por las cátedras recibidas y todas las facilidades que me brindaron en mi formación para llegar a ser un profesional.

A mi asesor Ing. Jorge Enciso por sus comentarios, sugerencias y el apoyo brindado en la culminación del informe.

A la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (COMARSA) por facilitarnos los datos de su operación y hacer posible el desarrollo del presente informe.

INDICE

PRÒLOGO	1
CAPITULO I INTRODUCCION	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVO GENERAL	6
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
1.4 JUSTIFICACION	6
1.5 ALCANCES	7
1.6 LIMITACIONES	7
CAPITULO II GENERALIDADES Y DESCRIPCION DEL PRODUCTO: EXCAVADORA HIDRAULICA SOBRE ORUGAS MODELO PC600LC-7 Y MOTOR TIPO CRI	
2.1 EXCAVADORA HIDRAULICA SOBRE ORUGAS PC600LC-7	9
2.1.1 Descripción	9
2.1.2 Características	10
2.1.3 Especificaciones	11
2.1.4 Condiciones de operación	14
2.1.5 Curva de par de torsión y potencia del motor Komatsu	15
2.1.6 Pérdida de potencia por altura	16
2.1.7 Horas trabajadas promedio por mes	16
2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE CRI (COMMON RAIL INJECTION)	17
2.2.1 Estructura del sistema CRI	17
2.2.2 Funcionamiento del sistema CRI	18
2.2.3 Estructura y funcionamiento de los componentes del CRI	21
2.2.3.1 Bomba de suministro de combustible	21
2.2.3.2 Common Rail Injection (Carril Común)	25
2.2.3.3 Inyector	28
2.2.3.4 Sensores y relés	33

2.2.3.5 Controles	36
--------------------------	-----------

CAPITULO III EVALUACION Y DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA EXCAVADORA ANTES DE LA INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA ALTURA

3.1 EVALUACION PM CLINICA	39
3.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE	42
3.2.1 Consumo de combustible Teórico	42
3.2.2 Consumo de combustible Real	43
3.2.3 Consumo de combustible recomendado por Komatsu	43
3.3 VISCOSIDAD Y CONTENIDO DE HOLLIN EN EL ACEITE DE MOTOR	43
3.3.1 Valores condenatorios según recomendación del fabricante Cummins-Komatsu	43
3.3.2 Resumen de los resultados de análisis de aceite del motor	45
3.3.3 Cambios de aceite de motor por alta viscosidad y alto contenido de Hollín	46
3.4 EVALUACION DE TIEMPOS DE CICLO CON CARGA	47
3.5 RECOPIACION DE INFORMACION Y ENVIO A FABRICA	48

CAPITULO IV DIAGNOSTICO, COMUNICACIÓN DE FABRICA E INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

4.1 DIAGNOSTICO Y COMUNICACIÓN DE FABRICA	49
4.2 INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA	50

CAPITULO V DESCRIPCION DE MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA DESPUES DE LA INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

5.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE	57
5.2 VISCOSIDAD Y CONTENIDO DE HOLLIN EN ACEITE DE MOTOR	58
5.3 EVALUACION PM CLINICA	59

5.4	EVALUACION DE TIEMPOS DE CICLO CON CARGA	62
------------	---	-----------

**CAPITULO VI EVALUACION DE COSTOS Y BENEFICIOS DESPUES DE HABER
INSTALADO EL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA**

6.1	AHORRO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE	63
6.2	AHORRO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	63
6.3	MEJOR TIEMPO DE CICLO CON CARGA	66
6.4	MEJOR RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA	66
6.5	AHORRO DE COSTO EN LA OPERACIÓN	67

OBSERVACIONES

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Tajo Sacalla–Comarsa.	4
Fig. 1.2 Pad de Lixiviacion-12, Comarsa	4
Fig. 1.3, 1.4 Excavadora PC05 en operación, Tajo Sacalla	5
Fig. 2.1, 2.2 Excavadora en operación (sobre “cama de material)	10
Fig. 2.3 Excavadora Hidráulica sobre orugas PC600LC-7	11
Fig. 2.4 Curva de par de torsión y curva de potencia del motor	15
Fig. 2.5 Sistema de combustible en un sistema CRI.	17
Fig. 2.6 Sistema de control en un sistema CRI	18
Fig. 2.7 Esquema de funcionamiento del sistema CRI.	19
Fig. 2.8 Diagrama de funcionamiento del sistema de combustible CRI	20
Fig. 2.9 Bomba de suministro de combustible.	22
Fig. 2.10 Operación de la bomba de suministro de combustible	23
Fig. 2.11 Válvula de control de descarga (PCV)	24
Fig. 2.12 Bomba de alimentación	25
Fig. 2.13 Riel o carrilera común	25
Fig. 2.14 Amortiguador de flujo.	26
Fig. 2.15 Limitador de presión.	27
Fig. 2.16 Sensor de presión de combustible en CRI.	28
Fig. 2.17 Esquema de funcionamiento del Inyector	29
Fig. 2.18 Componentes del inyector.	30
Fig. 2.19 Funcionamiento del sistema de inyección de combustible.	32
Fig. 2.20 Diagrama del circuito eléctrico	33
Fig. 2.21 Sensor de revoluciones NE (ángulo de rotación).	34
Fig. 2.22 Sensor de revoluciones G.	34

Fig. 2.23 Diagrama de pulsaciones de los sensores NE y G.	35
Fig. 2.24 Sensor de temperatura del agua del motor	35
Fig. 2.25 Sensor de temperatura del combustible.	36
Fig. 2.26 Sensor de entradas al ECU y las salidas para la inyección.	38
Fig. 3.1 Reporte histórico de análisis de aceite de la PC05.	45
Fig. 4.1 Repuestos principales del sistema accesorio para altura.	51
Fig. 4.2 Instalación del turbocompresor.	53
Fig. 4.3 Instalación de línea de refrigeración (turbocompresor).	53
Fig. 4.4 Controlador original (estandar).	54
Fig. 4.5 Controlador nuevo.	54
Fig. 4.6 Los cuatro (04) conectores.	55
Fig. 4.7 Conector N° 2 (seleccionado)	55
Fig. 4.8 y 4.9 Instalación del ECU juntos con el conector N° 2 dentro de la cabina	56
Fig. 4.10 Placa original del motor.	56
Fig. 4.11 Placa nueva del motor	56
Fig. 5.1 Reporte histórico de análisis de aceite de la PC05, después de la instalación del sistema accesorio para altura.	58
Fig. 6.1 Curva del contenido de hollín (%)	64
Fig. 6.2 Curva de la viscosidad (cst)	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Disminución porcentual de la potencia del motor, por la altura	16
Tabla 2.2 Registro de horas por mes trabajadas de la excavadora PC05	16
Tabla 3.1 Evaluación inicial de la excavadora PC600LC-7	39
Tabla 3.2 Rangos de consumo de combustible de la excavadora PC600LC-7.	42
Tabla 3.3 Registro de consumo de combustible promedio	43
Tabla 3.4 Valores críticos para el análisis de aceite de motor SAA6D140E-5	.44
Tabla 3.5 Resumen de los resultados históricos exportados a Excel	46
Tabla 3.6 Registro de los tiempos de ciclo	47
Tabla 3.7 Tiempo de ciclo estándar (s)	47
Tabla 4.1 Listado de repuestos del “Sistema accesorio para altura”	52
Tabla 4.2 Selección del conector, según las condiciones de operación de la mina	55
Tabla 5.1 Registro de consumo de combustible promedio	57
Tabla 5.2 Calculo de ahorro de combustible	58
Tabla 5.3 Resumen de los resultados históricos exportados a Excel	59
Tabla 5.4 Pm Clínica - comparativo con el sistema accesorio instalado.	60
Tabla 5.5 Registro de los tiempos de ciclo y producción	62
Tabla 6.1 Ahorro anual en combustible	63
Tabla 6.2 Costo del Kit de Mantenimiento Preventivo de 250 h	65
Tabla 6.3 Ahorro anual en Mantenimiento Preventivo	66
Tabla 6.4 Comparativo de los tiempos de ciclo con carga.	66

PROLOGO

En el presente informe encontrara información sobre la operación de la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (COMARSA), su ubicación geográfica, condiciones de operación, una breve descripción del proceso de obtención del mineral y la aplicación de la excavadora hidráulica realizando carguío de material después de voladura.

En las primeras páginas encontrara información completa acerca de las características de la excavadora sobre orugas marca Komatsu, modelo PC600LC-7, características del motor CRI (Common Rail Injection) desarrollado por Komatsu-Cummins, se describe la estructura, funcionamiento del sistema CRI, funcionamiento de sus componentes electrónicos y como controla el ECU la dosificación del consumo de combustible para que sea optimo, en las diferentes condiciones geográficas donde opera la máquina.

Además se describe los parámetros y valores de las evaluaciones realizadas a todos los sistemas de la excavadora, el procedimiento y la instalación del sistema accesorio para altura recomendado por fábrica; los valores condenatorios de los elementos del aceite de motor, los resultados de los análisis de aceite emitidos por el laboratorio de Shell y finalmente los valores de rendimiento mejorados en la máquina y en la operación.

Asimismo en el presente informe se presenta toda la información completa el cual fue enviado a la fábrica y permitió que fábrica Komatsu mejore y estandarice un

sistema accesorio para trabajo en altura, para la siguiente versión de la excavadora modelo PC600LC (altitudes mayores a 2,300 msnm).

Al final describimos las observaciones y conclusiones haciendo énfasis en un mejor performance de la maquinaria y en el ahorro monetario obtenido después de la instalación del sistema accesorio para altura. Además se menciona la importancia del mantenimiento preventivo, predictivo y los beneficios que se pueden obtener al disponer de un laboratorio de análisis de aceite en la mina.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La Excavadora PC600LC-7cuyas características son:

Marca:	Komatsu
Modelo:	PC600 LC-7, (ID PC05)
Potencia Nominal:	385 HP @ 1800 rpm
Peso operacional:	60.4 t
Longitud de la pluma:	6,600 mm
Longitud del brazo:	2,900 mm
Capacidad de la cuchara:	4.0 m ³ (para una densidad promedio de 1.6 t/m ³)
Precio aproximado:	US\$ 720,000 + IGV

Fue vendida por Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A. (KMMP) a la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (COMARSA), para que trabaje en su operación minera situada en Paraje Pampa Larco, distrito de

Angasmарca, provincia de Santiago de Chuco, departamento de la Libertad, la altitud de operación de la mina comienza desde 3,000 msnm hasta 3,800 msnm.

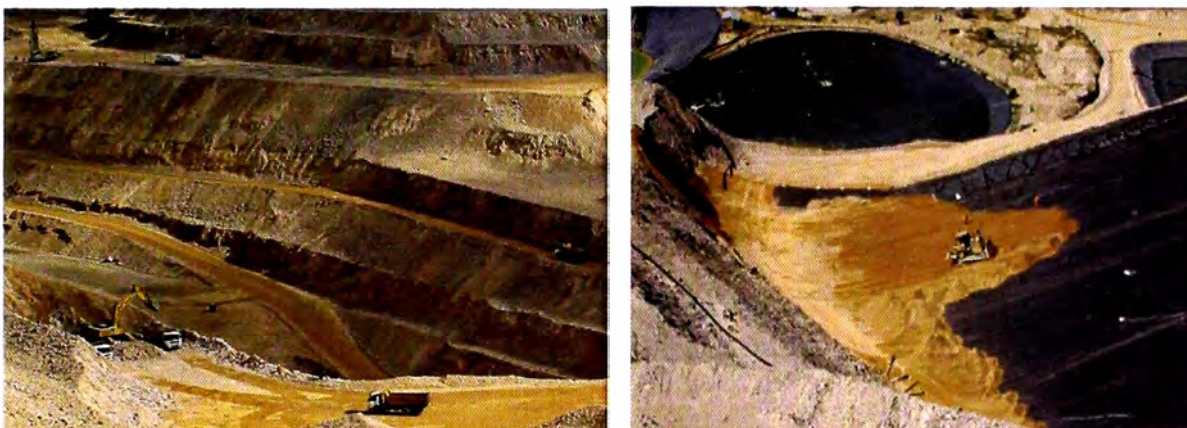


Fig. 1.1 Tajo Sacalla–COMARSA. Fig.1.2 Pad Lixiviación-12, COMARSA.

COMARSA es una empresa constituida con el objeto social de desarrollar todo tipo de actividades mineras, explota el mineral aplicando minado a “tajo abierto” el cual es acarreado y transportado hacia los pads de lixiviación (riego por goteo de cianuro) y luego es procesado en la Planta de Beneficio, mediante la recuperación del oro por carbón activado, con un producto final de bullón de oro/plata con contenido de 70 % de oro en la fundición.

Cuando la excavadora hidráulica PC600LC-7, llegó a la mina, de inmediato se programó para que lo limpien y lo armen (montaje de componentes). Para que ingrese a operar en el tajo, el procedimiento de la mina COMARSA indica que el distribuidor autorizado (KMMP) primero tiene que realizar la entrega técnica al área de operaciones y además presentar a los operadores que aprobaron el curso de capacitación. Esta excavadora hidráulica, desde un principio presento exceso de humo negro (por la tubería de escape)

durante la operación de carguío de camiones. Al inicio los técnicos de KMMP pensaban que el humo era por el proceso de asentamiento del motor, pero al pasar los días los operadores comenzaron a indicar que también había “pérdida de potencia” (la excavadora no tenía la fuerza necesaria para cargar el mineral, presentaba lentitud) y en los resultados de los análisis de aceite de motor se observaba “alto contenido de hollín”.

KMMP como representante de la marca, recopiló toda la información como reclamo del cliente y lo envió a la fábrica Komatsu para que analicen y diagnostiquen el origen de la falla, y le solicitaron una pronta respuesta sobre todo para saber cuál sería el procedimiento recomendado.

Después de cuatro semanas y varias comunicaciones por medio de correos electrónicos con fábrica, finalmente definió y envió un comunicado al distribuidor KMMP, el cual tenía como título: Installation Manual Ref N° BT03036B, para que procedan a realizar los reemplazos de partes o componentes según las indicaciones descritas. Esta comunicación hace referencia a un “procedimiento de modificación en el sistema de combustible, con especificaciones claras para trabajos a gran altitud para las excavadoras PC600LC-7”.



Fig. 1.3, 1.4 Excavadora PC05 en operación, Tajo Sacalla.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el rendimiento de la excavadora hidráulica marca Komatsu modelo PC600LC-7, que trabaja en una operación minera a una altitud mayor a 2,300 msnm, mediante la instalación del sistema accesorio para altura recomendado por fábrica Komatsu.

1.3 OBJETIVO ESPECIFICO

- Mejorar el tiempo de ciclo de carga en los camiones.
- Disminuir el consumo de combustible.
- Disminuir el contenido de hollín (%) y la viscosidad (cst) en el aceite de motor.
- Cuidar el medio ambiente (eliminar el humo negro).

1.4 JUSTIFICACION

Este informe está enmarcado en el interés principal de mejorar el rendimiento de la excavadora en la operación minera. La instalación del sistema accesorio para altura, está compuesto por los siguientes componentes principales: un turbocompresor mejorado (más robusto), un controlador electrónico (ECU) y conectores (cuatro) para el ajuste de combustible según la altura de operación de la máquina. Este sistema permitirá que la máquina tenga una mejor relación aire/combustible, por lo tanto tendrá una mejor dosificación de combustible el cual permitirá que la excavadora sea más eficiente durante su operación.

Komatsu Japón ya había desarrollado un sistema accesorio para altura, por un requerimiento que tuvieron de una máquina similar (excavadora PC350LC-7) en una operación minera en Chile, la máquina tenía casi los mismos problemas que la PC600LC-7 y lo novedoso de este sistema para altura, es que los ingenieros de Komatsu lo diseñaron para poder utilizarlo en diferentes rangos de altitud.

1.5 ALCANCES

La única confirmación de fábrica era que instalando el sistema accesorio para altura en la excavadora PC600LC-7, el rendimiento del motor debería mejorar (óptima potencia y disminución del humo negro).

La excavadora PC600LC-7 viene equipada de fábrica con sensor de presión atmosférica que juntos con el ECU regula electrónicamente al motor (relación aire/combustible) hasta los 2,300 msnm, sin embargo este sensor tiene limitaciones, porque por encima de esa altitud no dosifica correctamente la cantidad de combustible, los ingenieros japoneses indican que el sensor obtiene información y lo traduce en valores de presión barométrica, pero tiene limitaciones para determinar la humedad del medio ambiente.

1.6 LIMITACIONES

Había mucha preocupación de parte del cliente y también mucha presión a KMMP para solucionar el problema porque el cliente había enviado una Orden de Compra por tres excavadoras, la primera que se entregó no era de satisfacción del cliente (área de operaciones) y había el riesgo de que

anulen la compra de las otras dos unidades si no le solucionaban el problema a la brevedad.

En KMMP dieron la orden para que movilicen técnicos especializados a la operación minera (Angasmarca, Santiago de Chuco) para que realicen un levantamiento de información en campo y recopilen todos los datos solicitados por Komatsu Japón. Las áreas de operaciones y administrativas de COMARSA apoyaron para que tomen los datos requeridos, asimismo se conversó con el responsable del laboratorio de análisis de aceite para que facilite toda la información relacionado con la excavadora.

Tomó aproximadamente 10 días para recopilar toda la información y después fue enviada a Komatsu Japón para que analicen las condiciones de operación de la excavadora.

Datos preliminares de la operación:

- Altitud: Rango de 3,000 a 3,800 msnm
- Temperatura ambiente: de -5°C (noche) a 15°C (dia)
- Tipo de material: Rocosa, mineral suelto (después de voladura)
- Densidad del material: 1.6 t/m³
- Capacidad de Cuchara: 4.0 m³

CAPITULO II

GENERALIDADES Y DESCRIPCION DEL PRODUCTO: EXCAVADORA HIDRAULICA SOBRE ORUGAS MODELO PC600LC-7 Y MOTOR TIPO CRI

2.1 EXCAVADORA HIDRAULICA SOBRE ORUGAS PC600LC-7

2.1.1 Descripción

La excavadora hidráulica está dentro de la clasificación de maquinaria de movimiento de tierras, una de sus características es girar 360°, va montado sobre orugas, realiza operaciones de excavación en la que se eleva gira y desgarrar material por la acción de una cuchara fija a un conjunto de pluma - brazo (boom-stick), es utilizada generalmente en construcción de carreteras, construcción civil, canteras y minería. En minería es básicamente para cargar material después de voladura, en construcción suelen utilizarlo para hacer zanjas y excavación, pero siempre trabajan sobre una "cama de material" que el operador lo hace previamente y es básicamente para que tenga mejor altura y mayor seguridad en su operación, Fig. 2.1, 2.2. Es posible instalarle varios aditamentos como: martillo hidráulico, ripper, martillo perforador, etc. y todos ellos se instalan retirando previamente la cuchara e instalando líneas hidráulicas para la tercera función. Cada modelo de excavadora está diseñado y fabricado para ofrecer rendimiento a largo plazo, gran resistencia y la vida útil estimada es de 12,000 horas.



Fig. 2.1, 2.2 Excavadora en operación (sobre “cama de material”)

2.1.2 Características

Tipo:	Excavadora hidráulica sobre Orugas
Marca:	Komatsu
Modelo:	PC600 LC-7 SE
ID Mina:	PC05
Modelo Motor:	SAA6D140E-5
Tipo:	CRI (Common Rail Injection)
Procedencia:	Japón
Potencia Nominal:	386 HP @ 1800 rpm
Peso operacional:	60.4 t
Longitud de la pluma:	6,600 mm
Longitud del brazo:	2,900 mm
Capacidad de la cuchara:	4.0 m ³

Precio aproximado: US\$ 750,000 + IGV

Garantía: Un año (12 meses) sin límites de horas.



Fig. 2.3 Excavadora Hidráulica sobre orugas PC600LC-7

2.1.3 Especificaciones

MOTOR:

KOMATSU SAA6D140E-5, de 4 tiempos, enfriado por agua, de inyección directa. Turboalimentado, Post enfriado, de 06 cilindros en línea con un desplazamiento de 15.24 litros, par de torsión máximo de 1755 Nm @ 1400 rpm y una potencia neta a la volante de 386 HP @ 1800 rpm. Controlador electrónico para control de todas las velocidades. Cumple con las normas de emisiones estipuladas por la EPA Tier 3 y EU etapa 3A. Ventilador controlado electrónicamente (velocidad variable)

SISTEMA ELECTRICO:

De 12 voltios con alternador de 90A. Arrancador de 11 kW con sistema completo de iluminación. Dos baterías de 12 V / 170 Ah.

SISTEMA HIDRAULICO:

KOMATSU HYDRAUMIND de tipo centro abierto con sensor de carga (E-OLSS), 03 modos seleccionables de trabajo. Diseño de Inteligencia Hidráulico-mecánico, con válvulas sensoras de carga y válvulas compensadoras de presión. Bomba principal: de pistones, de capacidad variable. Para movimientos de la pluma, el brazo, la cuchara, el giro y el traslado. Flujo máximo: 2 x 410 litros/min.

Presión máxima en el sistema: 350 kgf/cm².

Bombas auxiliares: De engranaje para el circuito de control.

Motores hidráulicos:

Traslado: 2 motores de pistones axiales. Giro: 2 motores de pistones axiales. Con freno para evitar giros.

Fuerza de Excavación en la cuchara (SAE): 31,770 kg

Fuerza en el brazo con Power Max (SAE): 28,500 kg

MONITOREO ELECTRONICO

Monitoreo electrónico. Selección de tres modos de trabajo: máxima producción, excavación y trabajo ligero.

Modo Lifting: En este modo de trabajo aumenta la fuerza (en carga pesada) de elevación en un 17%.

Función Power Max: Esta función aumenta temporalmente la fuerza de excavación en un 8% (añade potencia en condiciones extremas).

MANDOS FINALES Y TREN DE RODAMIENTO:

Completamente hidrostático, traslación a través de motores de pistones axiales.

Velocidad de traslación: Baja 3.0 km/h, Alta 4.9 km/h.

Freno de servicio: seguro hidráulico

Freno de parqueo: frenos de disco en aceite.

Bastidores tipo sección de caja, cadenas selladas regulación de tensión hidráulica, por cada lado tiene 3 rodillos superiores y 9 inferiores, 52 zapatas por lado de garra de 750 mm de ancho.

SISTEMA DE ROTACION:

Hidrostático. Reducción de giro por engranajes planetarios frenos de servicio por traba hidráulica, freno de retención/traba del giro por disco mecánico.

Velocidad de giro en vacío: 8.3 rpm.

CABINA

Totalmente cerrada, de acero normada FOPS para todo clima con supresor de ruido, con vidrios de seguridad tintados, vidrio delantero rebatible. Puerta con llave, limpia parabrisas de velocidad constante e intermitente. Asiento regulable con reposa brazos. Cinturón de seguridad 78mm. La cabina descansa sobre una amortiguación viscosa para evitar la transmisión de vibraciones y ruidos del cuerpo de la máquina, con lo que se reduce la fatiga del operador.

La cabina está equipada con un monitor de posición múltiple, donde se seleccionan los modos de operación de la unidad y se diagnostican 119 posibles problemas.

Radio FM, aire acondicionado con climatizador.

PESO DE OPERACIÓN: 60.4 t. Presión sobre el terreno: 0.98 kgf/cm².

EQUIPAMIENTO

Sistema de Monitoreo Satelital "KOMTRAX"

Brazo de 2,900mm, pluma de 6,600mm, zapata de 750 mm de ancho

Cucharón de 4.0m³.

Contrapeso de 13.5 t

Juego de herramientas básicas para mantenimiento preventivo.

Optimizador de combustible con filtro separador de agua

Manual de Operación & Mantenimiento y Manual de Partes.

Se adjunta el brochure de la excavadora PC600LC-7 en el Anexo 1.

2.1.4 Condiciones de operación

La excavadora con ID PC05 estaba designada para que trabaje en la zona media alta del tajo Sacalla (a 3,600 msnm), la temperatura promedio por la noche era de -5°C y durante el día alcanzaba una temperatura máxima de 15°C. El tipo de material que cargaba era rocosa, mineral suelto (después de voladura), con densidad promedio de 1.6 t/m³.

2.1.5 Curva de par de torsión y potencia - motor Komatsu SAA6D140E-5

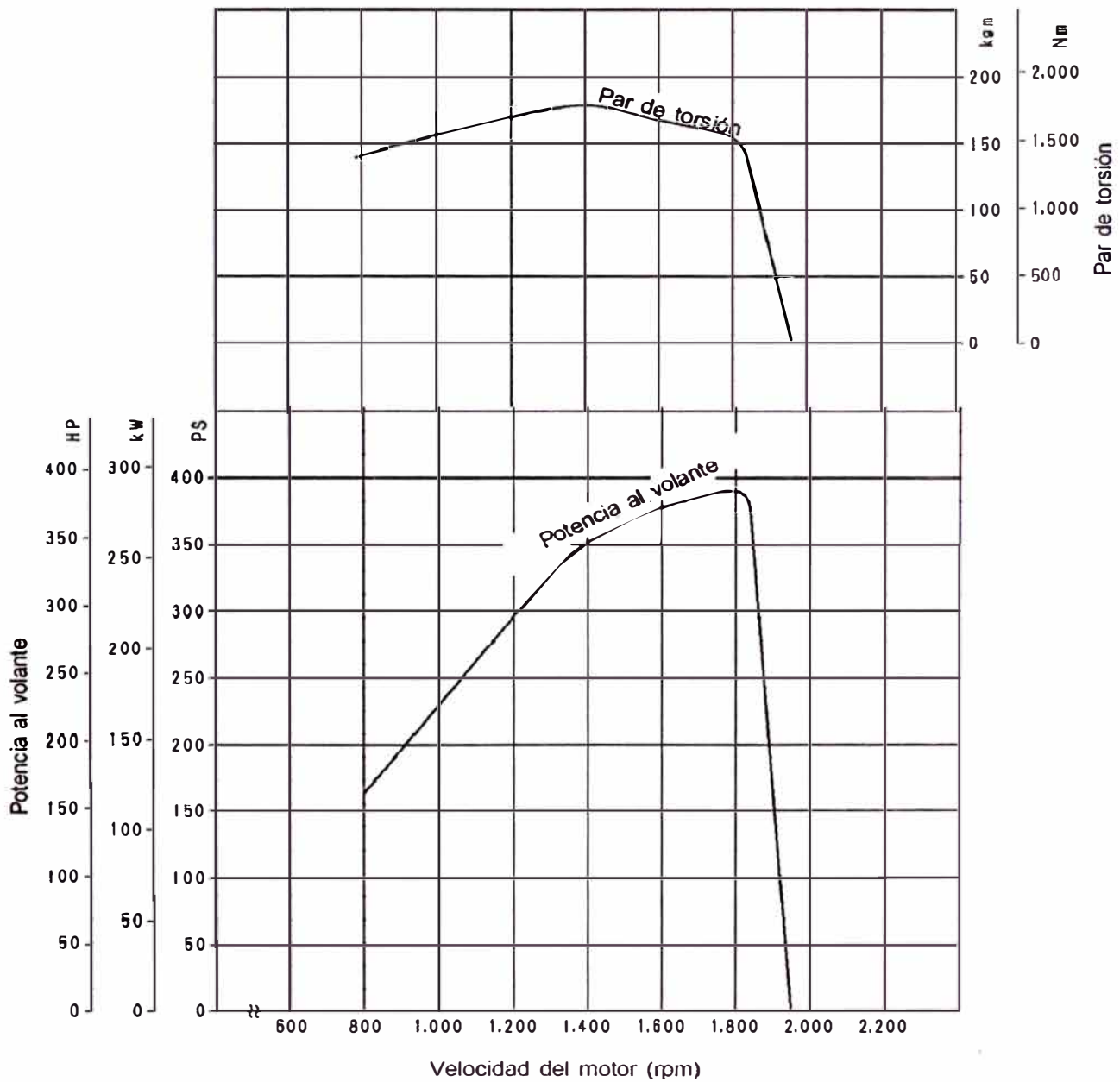


Fig. 2.4 Curva de Par de Torsion (1,755 Nm @ 1400 rpm) y curva de potencia del motor (386 HP @ 1800 rpm).

2.1.6 Perdida de potencia por altura

Los motores de combustión interna son diseñados para funcionar en diferentes altitudes y condiciones. En la tabla 2.1 se muestra los valores porcentuales de potencia que desarrolla el motor de la excavadora, en diferentes rangos de altitud. Por ejemplo la PC600LC-7 hasta los 2300 msnm no tiene perdida de potencia, sin embargo a la altitud del tajo Sacalla (COMARSA) tiene una pérdida de 15%.

Tabla 2.1 Disminución porcentual de la potencia del motor por efecto altura

	ENGINE	0 ~ 750 m (0 ~ 2500 ft.)	750 ~ 1500 m (2500 ~ 5000 ft.)	1500 ~ 2300 m (5000 ~ 7500 ft.)	2300 ~ 3000 m (7500 ~ 10000 ft.)	3000 ~ 3800 m (10000 ~ 12500 ft.)	3800 ~ 4600 m (12500 ~ 15000 ft.)
PC228US/USLC-3E0*	SAA6D107E-1	100	100	100	100	100	95
PC300/LC-6,PC350/LC-6	SAA6D108E-1	100	100	100	100	95	85
PC300/LC-7,PC350/LC-7	SAA6D114E-2	100	100	100	93	82	75
PC300/LC-7E0*	SAA6D114E-3	100	100	100	93	—	—
PC350/LC-7E0*	SAA6D114E-3	100	100	100	93	—	—
PC300/350/LC-8*	SAA6D114E-3	100	100	100	93	—	—
PC400/LC-6,PC450/LC-6	SAA6D125E-2	100	100	100	100	90	85
PC400/LC-7,PC450/LC-7	SAA6D125E-3	100	100	100	100	95	90
PC400/LC-7E0*	SAA6D125E-5	100	100	98	95	87	82
PC450/LC-7E0*	SAA6D125E-5	100	100	98	95	87	82
PC400/450/LC-8*	SAA6D125E-5	100	100	98	95	87	82
PC400/450/LC-8R*	SAA6D125E-5	100	100	100	99	92	82
PC600/LC-7	SAA6D140E-3	100	100	100	92	85	78
PC600/LC-8*	SAA6D140E-5	100	100	100	100	96	88.5
PC600/LC-8R*	SAA6D140E-5	100	100	100	100	97	89

Fuente: Handbook Komatsu, Edición 30.

2.1.7 Horas trabajadas promedio por mes

En COMARSA, el área de operaciones trabaja 2 turnos de 12 horas.

Tabla 2.2 Registro de horas por mes trabajadas de la excavadora PC05

Año 2006

MAQUINA	MODELO	SERIE MAQUINA	SERIE MOTOR	ID	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	Promedio (horas)
Excavadora	PC600LC-7	20162	115194	PC05	409.0	518.0	470.0	497.0	484.0	520.0	524.0	488.9

Fuente: Mina COMARSA.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE CRI (COMMON RAIL INJECTION)

2.2.1 Estructura del sistema CRI

El sistema CRI se divide en términos de funciones en dos:

Sistema de combustible

El combustible a alta presión generado por la bomba de suministro de combustible va desde la carrillera común y se distribuye a cada cilindro. El comienzo y final de la inyección es controlado por la apertura o cierre de la válvula de aguja de la tobera de inyección, mediante el uso de una válvula electromagnética que se encuentra dentro del inyector.

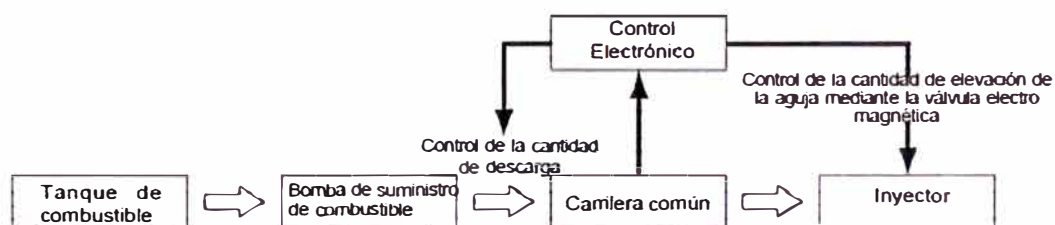


Fig. 2.5 Sistema de combustible en un sistema CRI.

Sistema de control

El ECU, Unidad de Control del Motor (Engine Control Unit) realiza el control calculando el lapso de tiempo y la sincronización del envío de corriente al inyector mediante el uso de señales procedentes de los sensores instalados en el motor y en distintas partes de la máquina, para inyectar una cantidad adecuada de combustible en el momento apropiado para su inyección. El

sistema de control y los componentes eléctricos pueden dividirse ampliamente en sensores, ECU y actuadores.

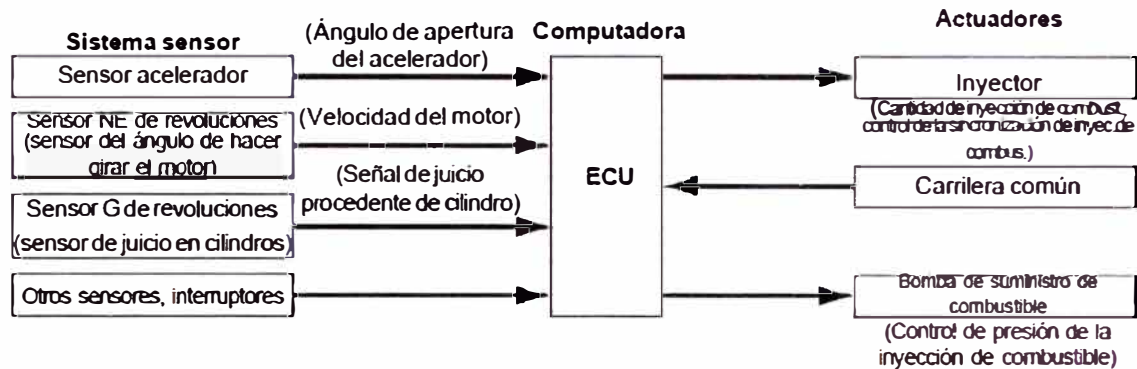


Fig. 2.6 Sistema de control en un sistema CRI.

2.2.2 Funcionamiento del sistema CRI

El sistema CRI está formado por la bomba de combustible, la carrilera común, los inyectores, el ECU y sensores que los controlan.

La bomba de suministro de combustible genera la presión de combustible dentro de la carrilera común. La presión del combustible es controlada por medio de la cantidad de combustible que se descargue por la bomba de suministro. La cantidad de combustible descargado es controlada mediante la emisión de una señal eléctrica procedente del ECU para poner en ON-OFF (activada-desactivada) la PCV (válvula de control de descarga) de la bomba de suministro de combustible.

La carrilera común mantiene una presión de combustible (generada por la bomba) y luego lo distribuye a los cilindros. La presión de combustible es detectada por el sensor de presión de combustible que se encuentra instalado en la carrilera común. Este sensor realiza la retroalimentación de control para asegurar que el valor real de presión coincida con el valor de

presión ordenado y establecido de acuerdo con la velocidad del motor y la carga a que esté sometido.

La presión de combustible de la carrilera común pasa a través de las tuberías de inyección de combustible de cada cilindro y es aplicada a la cámara de control y la tobera del inyector. El inyector controla la cantidad de inyección de combustible y la sincronización de su inyección. Se controla mediante la activación ON-OFF de la válvula TWV (Two-Way electromagnetic Valve = Válvula electro magnética de doble vía). Cuando la válvula TWV se activa en ON (conduce electricidad), se activa el circuito del combustible de manera que el combustible en alta presión en la cámara de control pasa y sale a través del orificio. La válvula de aguja sube debido a que la presión de actuación de la tobera ha sido activada por el combustible en alta presión en el extremo de la tobera y se inicia la inyección.

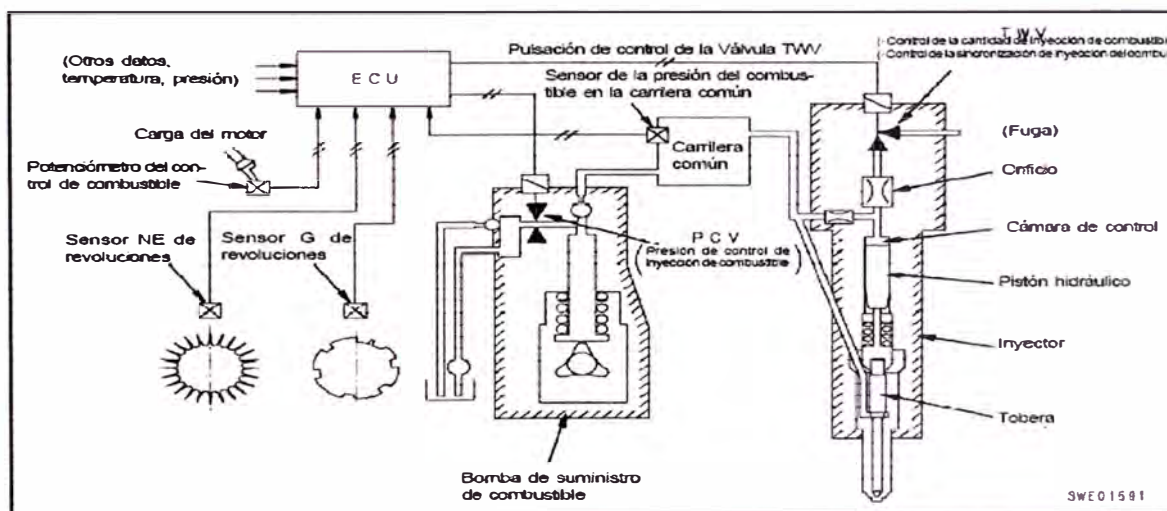
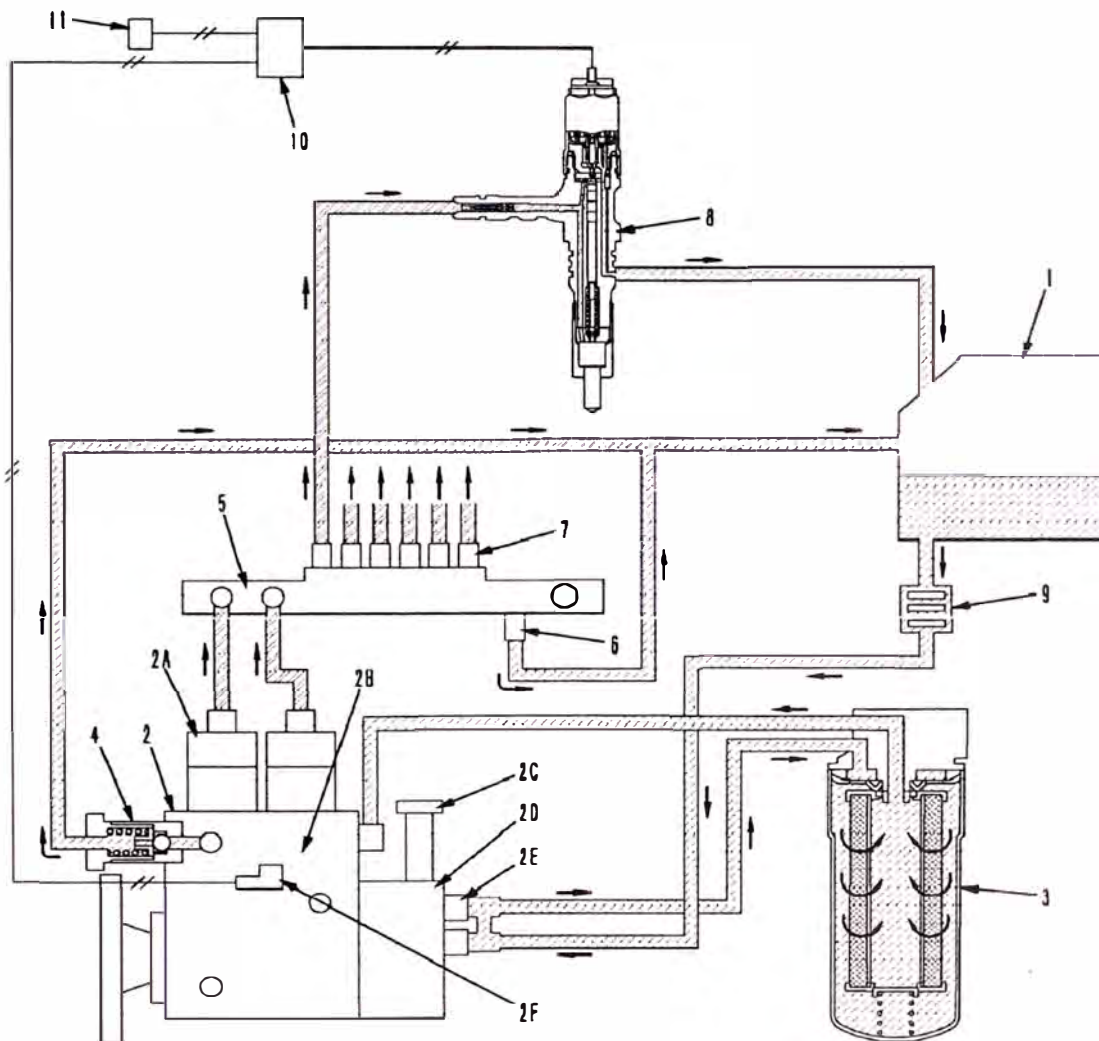


Fig. 2.7 Esquema de funcionamiento del sistema CRI.

Cuando la válvula TWV se pone en OFF (no hay flujo de corriente), la cámara de control se convierte en un circuito de combustible con el combustible en alta presión aplicado a través del orificio y la válvula de aguja

desciende para completar la inyección de combustible. Por lo tanto, la sincronización de la inyección de combustible está controlada electrónicamente por la sincronización de la electricidad que pasa a través de la válvula TWV y la cantidad de combustible inyectado está controlado por el lapso de tiempo que la electricidad pasa a través de la válvula TWV.



- | | |
|--|---|
| 1. Tanque de combustible | 3. Filtro de combustible |
| 2. Conjunto de la bomba de suministro de combustible | 4. Válvula de derrame |
| 2A. PCV | 5. Carrilera común |
| 2B. Bomba de alta presión | 6. Limitador de presión |
| 2C. Bomba cebadora | 7. Amortiguador de flujo |
| 2D. Bomba de alimentación | 8. Conjunto de inyector |
| 2E. Válvula de desvío | 9. Enfriador del combustible |
| 2F. G sensor de revoluciones | 10. ECU Unidad de control del motor [Engine Control Unit] |
| | 11. NE sensor de revoluciones |

Fig. 2.8 Diagrama de funcionamiento del sistema de combustible CRI.

2.2.3 Estructura y funcionamiento de los componentes del CRI

2.2.3.1 Bomba de suministro de combustible

Descripción general

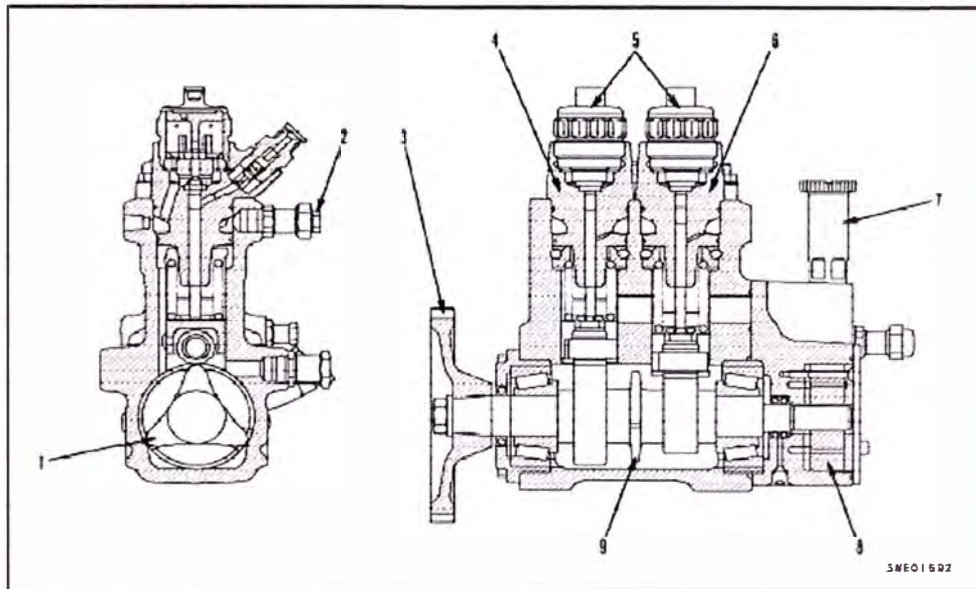
La bomba de suministro de combustible está formada por la bomba cebadora, la bomba de alimentación de combustible y la bomba de alta presión. Su funcionamiento genera la presión del combustible dentro de la carrilera común mediante el control de la cantidad de descarga de combustible.

Estructura

Con la bomba de alta presión, las válvulas de control de la bomba (válvulas de control de cantidad de descarga) se encuentran instaladas en cada cilindro para controlar el sistema de alimentación forzada y cantidad de descarga de combustible de la misma forma que lo hacen las bombas convencionales de inyección de combustible en línea. Mediante el uso de levas con tres lóbulos, el número necesario de bombas de alta presión (cilindros) queda reducido a 1/3 del número de cilindros en el motor. Además, la alimentación forzada a la carrilera común es el mismo número de veces que la inyección de combustible y es posible obtener una presión de carrilera común suave y estable.

La alimentación forzada de combustible procedente de la bomba de alta presión hacia la carrilera común es dividida en la forma siguiente para cada bomba. La bomba No. 1 de alta presión (lado del engranaje propulsor) (4) cubre el descenso de presión dentro de la carrilera común debido a la inyección de combustible de los cilindros No. 1, No. 3 y No. 5, mientras que la bomba de alta presión No. 2 (lado de

la bomba alimentadora) (6) cubre, de la misma forma, el descenso de presión dentro los cilindros No. 2, No.4 y No.6 de la carrilera común.



- | | |
|---|--|
| 1. Leva del tipo de 3 lóbulos | 6. Bomba No. 2 de alta presión |
| 2. Válvula de exceso de flujo | 7. Bomba cebadora |
| 3. Engranaje propulsor | 8. Bomba de alimentación |
| 4. Bomba No. 1 de alta presión | 9. G, engranaje sensor de revoluciones |
| 5. PCV (discharge control valve = válvula de control de descarga) | |

Fig. 2.9 Bomba de suministro de combustible.

Operación

- Durante la trayectoria de descenso del émbolo, la PCV está abierta y el combustible en baja presión pasa a través de la PCV y es aspirado hacia la cámara del émbolo.
- Aun cuando el émbolo comienza su trayectoria ascendente, mientras no hay flujo eléctrico hacia la PCV y permanezca abierta, el combustible ingresado pasa a través de la PCV, de manera que la presión no aumenta y no es devuelto.
- Cuando se envía electricidad a la PCV para cerrar la válvula con la sincronización coincidiendo con el caudal de descarga necesario, el pasadizo de retorno queda cortado y aumenta la presión en la cámara del émbolo. Por lo tanto, el combustible

pasa a través de la válvula de descarga (válvula de retención) y es alimentado a presión a la carrilera común.

En otras palabras, cuando está cerrada la PCV, la elevación del émbolo se vuelve el caudal de descarga y modificando la sincronización de cierre de la PCV (trayectoria previa del émbolo), el caudal de descarga cambia y se controla la presión del combustible en la carrilera común.

- Cuando la leva pasa el punto de máxima elevación, el émbolo comienza su trayectoria descendente y se reduce la presión dentro la cámara del émbolo. Cuando esto ocurre, se cierra la válvula de descarga y se detiene la alimentación a presión del combustible. Además, también se detiene el flujo de corriente hacia la válvula PCV, de manera que la válvula PCV se abre y el combustible en baja presión es ingresado a la cámara del émbolo. En otras palabras, se regresa al primer punto de la operación.

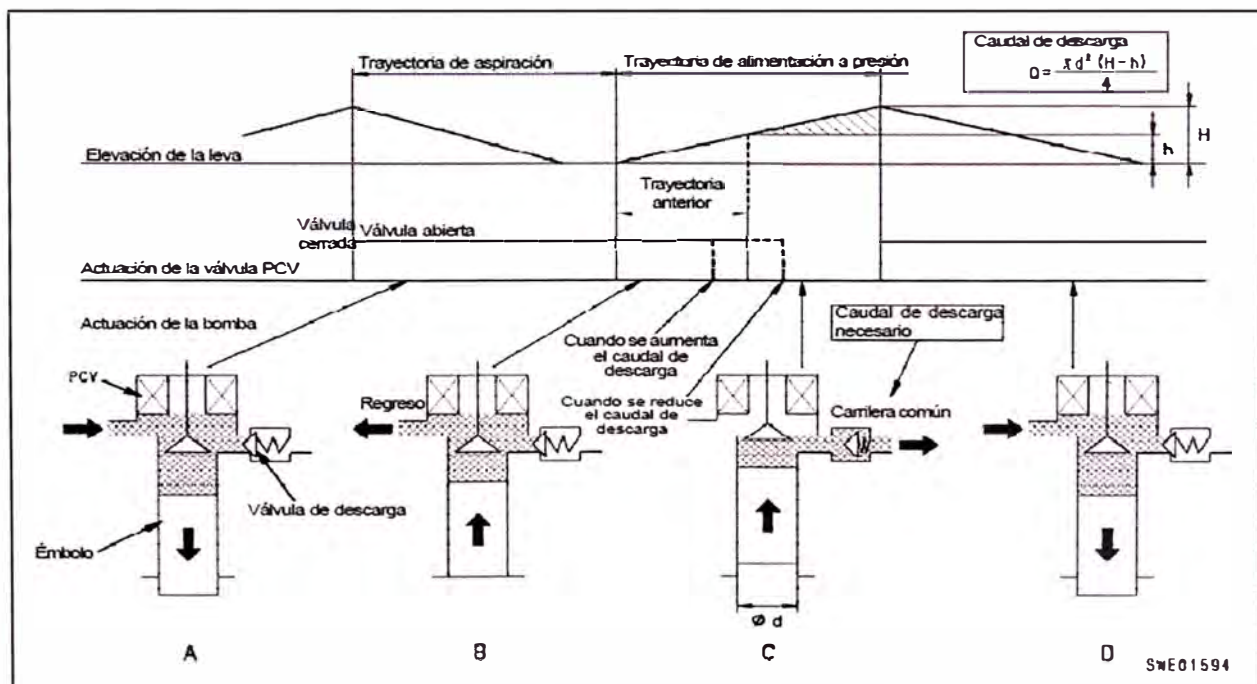


Fig. 2.10 Operación de la bomba de suministro de combustible.

PCV (discharge control valve = válvula de control de descarga)

La válvula PCV actúa para ajustar el caudal de descarga de combustible procedente de la bomba de suministro de combustible para ajustar la presión de la carrilera común. El caudal de descarga enviado a la carrilera común procedente de la bomba de suministro de combustible es determinado por el lapso de tiempo que dura el envío de corriente a la válvula PCV.

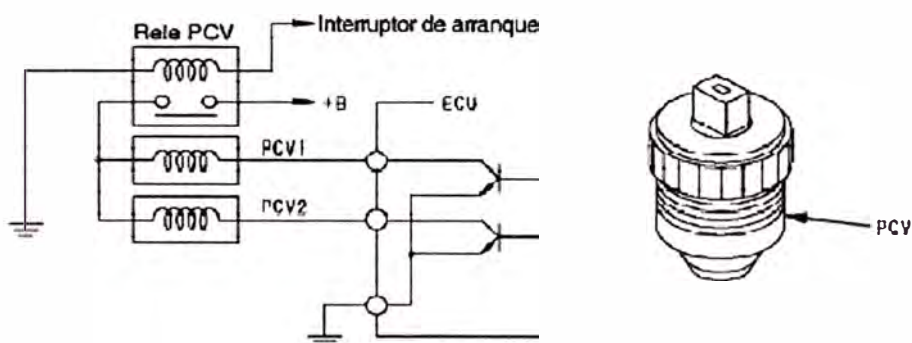


Fig. 2.11 Válvula de control de descarga (PCV).

Bomba de alimentación

La bomba de alimentación está incorporada al conjunto de la bomba de suministro de combustible. Esta bomba aspira combustible del tanque, lo envía a través del filtro del combustible y lo descarga en la cámara de la bomba de alta presión. El rotor de la bomba de alimentación está propulsado por el eje de levas, y cuando los rotores exterior/interior comienzan a dar vueltas respectivamente, el combustible es aspirado por el lado de succión y enviado al lado de descarga de acuerdo al cambio en el tamaño de espacio creado por los rotores exterior/interior.

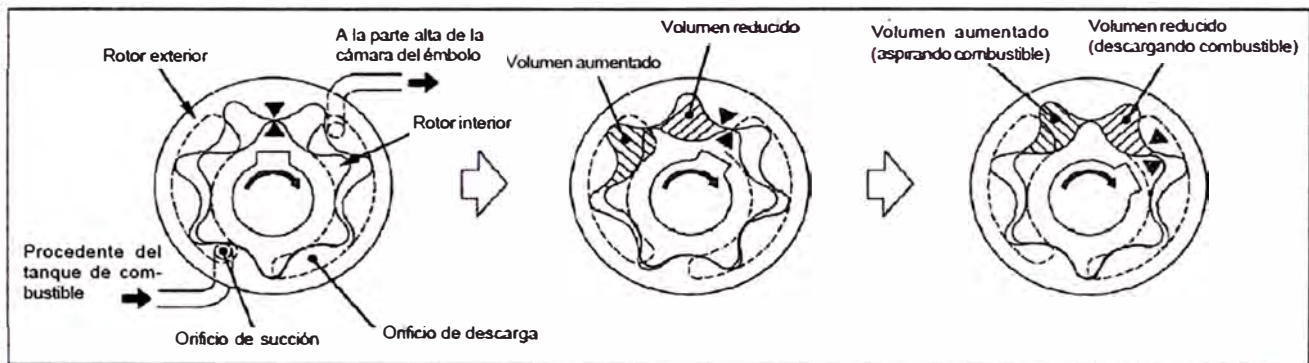


Fig. 2.12 Bomba de alimentación.

2.2.3.2 Common Rail Injection (Carril Común)

Estructura

La carrilera común actúa para distribuir el combustible en alta presión generado por la bomba de alta presión y enviarlo al inyector de cada cilindro.

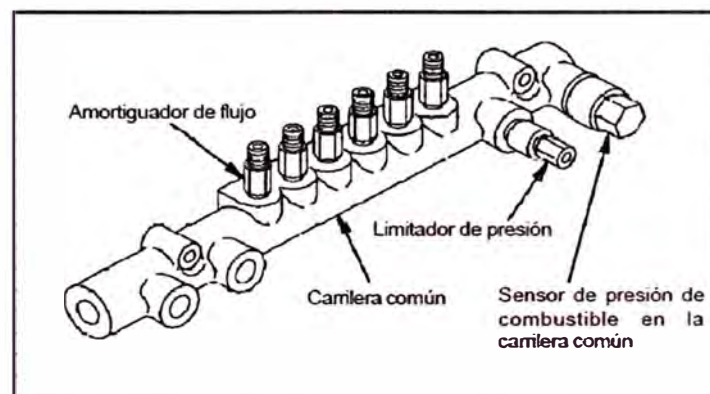


Fig. 2.13 Riel o carrilera común.

La carrilera común está equipada con un sensor de presión de combustible, un amortiguador de flujo y un limitador de presión. El amortiguador de flujo está equipado con una tubería de inyección de combustible y envía combustible en alta presión al inyector. La tubería del limitador de presión está preparada para devolver el combustible al tanque.

Amortiguador de flujo

El amortiguador de flujo reduce las pulsaciones de presión dentro de la tubería de alta presión y actúa para suministrar combustible al inyector con una presión estabilizada. Si fluye cualquier exceso de combustible, actúa para cerrar el pasadizo del combustible y evitar cualquier flujo normal de combustible. Si se produce cualquier flujo anormal de combustible, una alta presión actúa sobre el pistón y, el pistón juntos con la bola se mueven hacia la derecha y hace contacto con el asiento, tal como se muestra en el diagrama. Como resultado, el pasadizo de combustible queda cerrado.

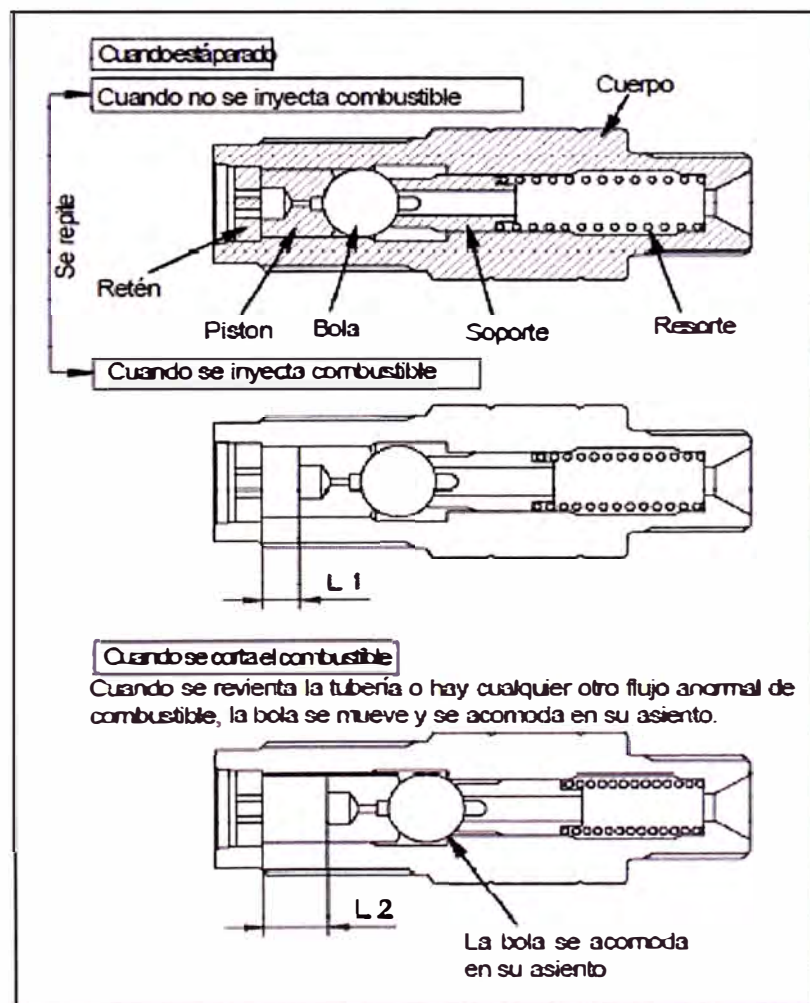


Fig. 2.14 Amortiguador de flujo.

Limitador de presión

El limitador de presión se abre si se produce cualquier alta presión anormal y actúa para permitir la salida de la presión. Se activa (abre) si la presión del combustible en la carrilera común alcanza aproximadamente las 140MPa (1430 kg/cm²) y cuando la presión desciende aproximadamente a 30 Mpa (310 kg/cm²) queda restaurado (se cierra) y funciona para mantener la presión.

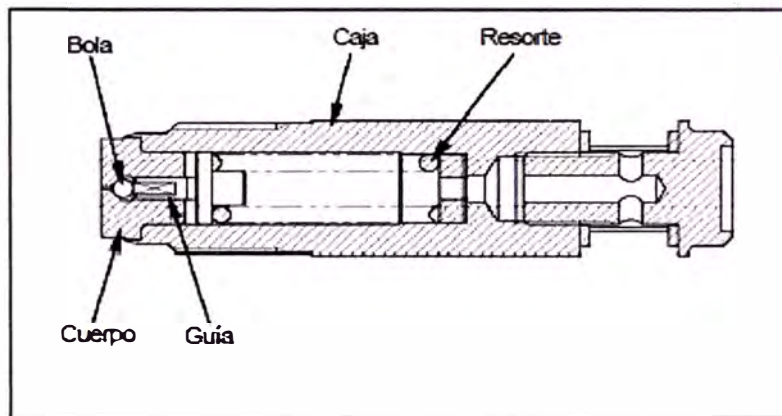


Fig. 2.15 Limitador de presión.

Sensor de presión del combustible en la carrilera común

El sensor de la presión del combustible de la carrilera común se encuentra instalado en ésta y detecta la presión del combustible. El sensor es del tipo semi conductor detector de presión. Utiliza las características de la silicona que cambia la resistencia eléctrica si se le aplica presión.

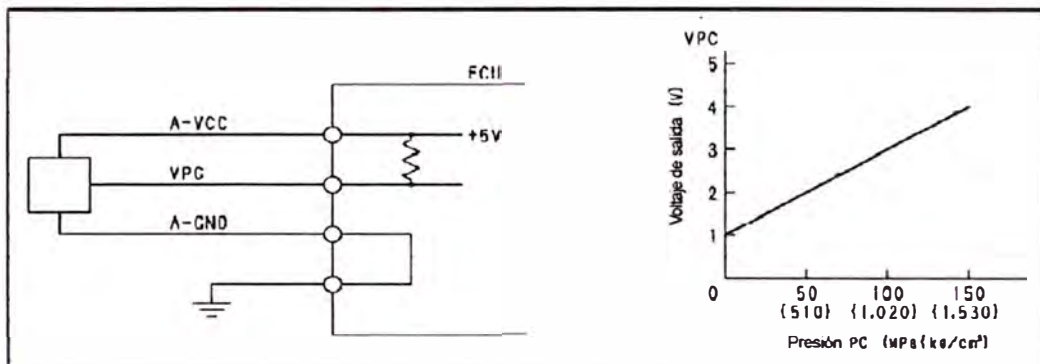


Fig. 2.16 Sensor de presión de combustible en CRI.

2.2.3.3 Inyector

Descripción general

La función de los inyectores es la de inyectar combustible a alta presión procedente de la carrilera común de acuerdo a la señal procedente del ECU dentro de la cámara de inyección del motor, en el punto óptimo de sincronización de inyección, el caudal de combustible a inyectarse, con la relación de inyección correcta y con el patrón de pulverización adecuado.

La TWV (Two-Way electromagnetic Valve), controla la presión en la cámara de control con el fin de controlar el comienzo y terminación de la inyección del combustible.

El orificio controla el ángulo de apertura de la tobera para controlar la relación de inyección de combustible. El pistón hidráulico transmite fuerza a la válvula de aguja de la tobera de acuerdo con la presión en la cámara de control.

La tobera actúa para pulverizar la salida del combustible.

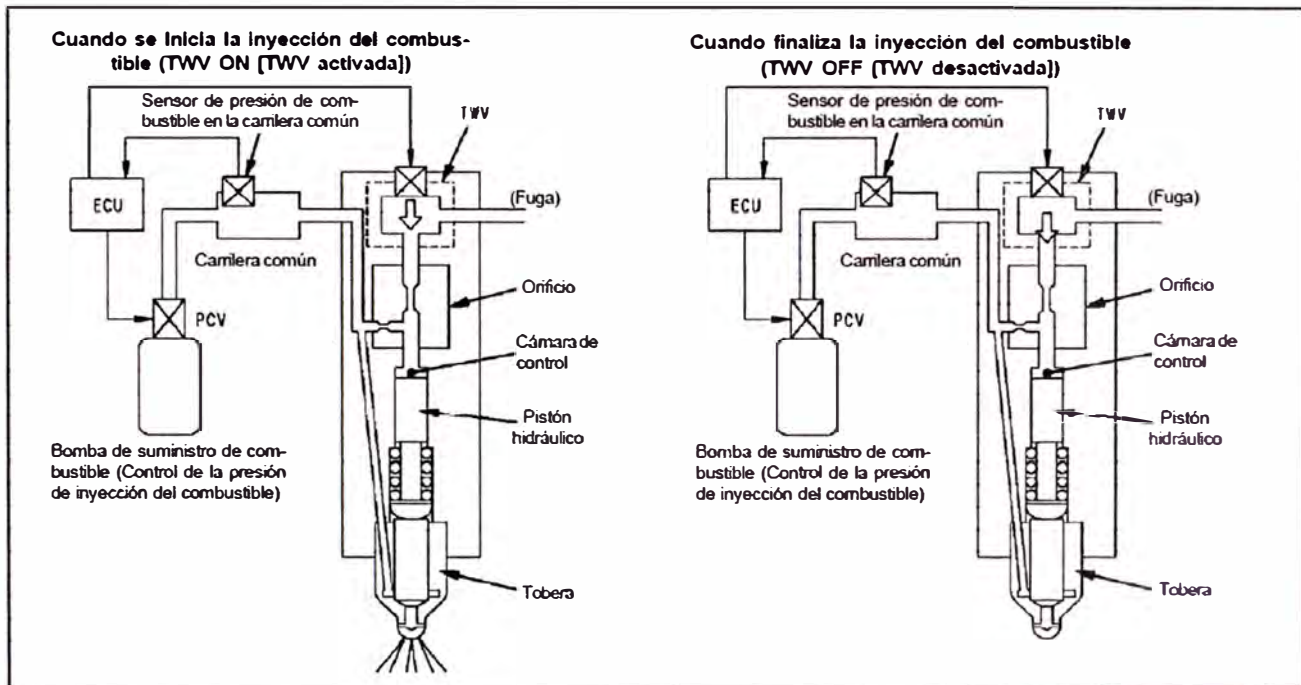


Fig. 2.17 Esquema de funcionamiento del Inyector.

Estructura

El inyector consta de una tobera convencional, una válvula electro magnética de doble vía, un pistón hidráulico y un orificio que controla la relación de la inyección del combustible

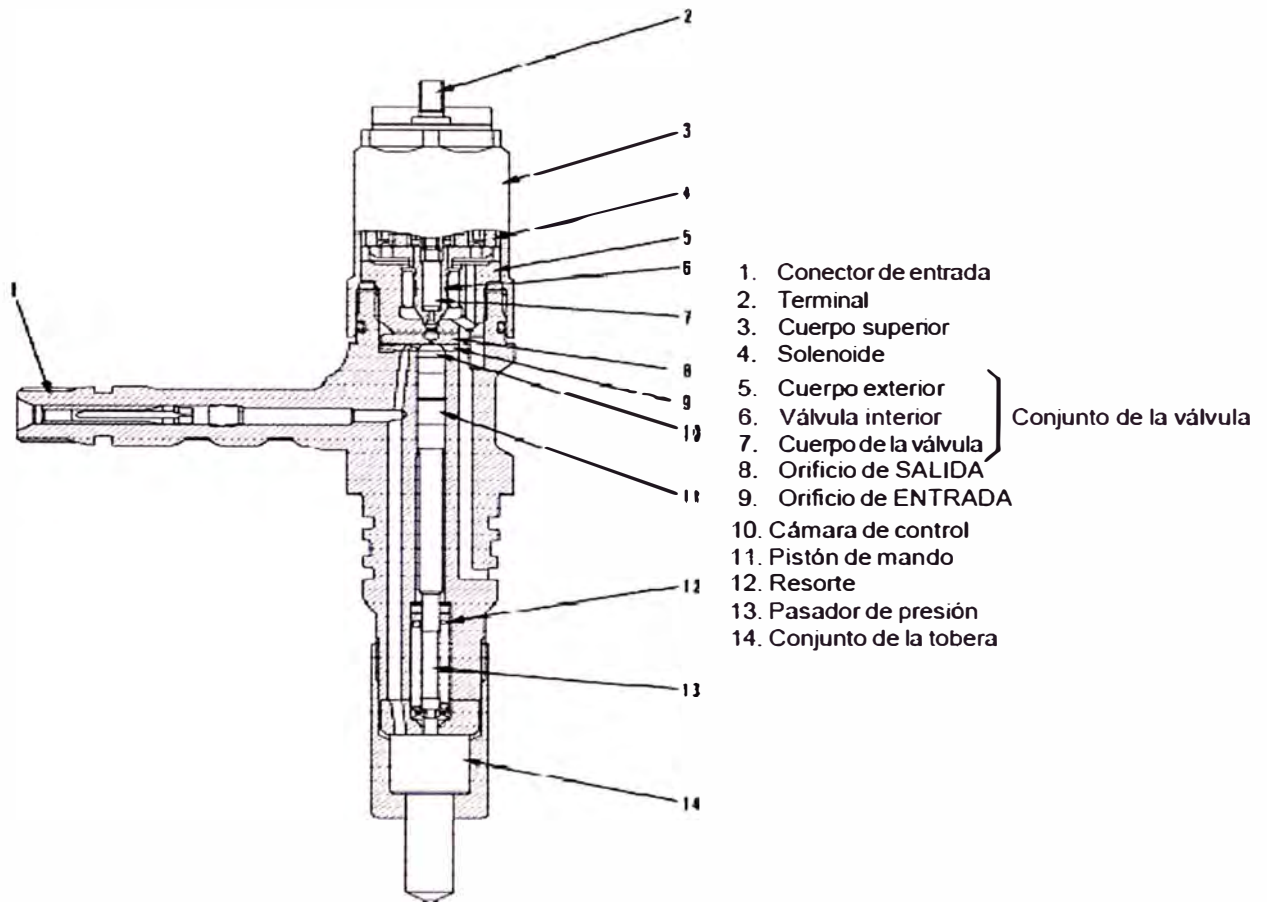


Fig. 2.18 Componentes del inyector.

Operación

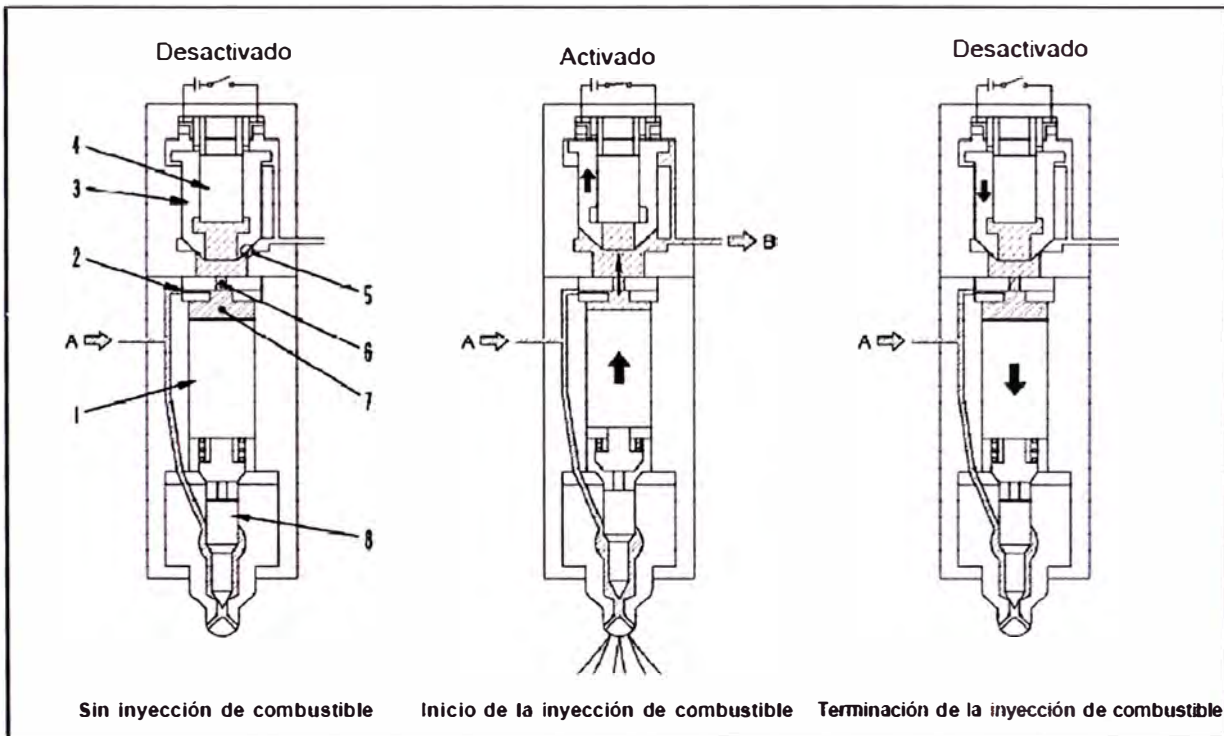
La TWV del inyector es una válvula de doble vía y está formada por una válvula interior fija (4) y una válvula exterior variable (3). Está unida a precisión al mismo eje y forma tanto el sello interior como el exterior y cuando la válvula TWV se mueve a ON/OFF (activada/desactivada), uno de los dos asientos queda seleccionado para abrirse.

No inyección de combustible

Cuando no se envía corriente eléctrica al solenoide, la válvula exterior (3) es empujada hacia abajo por el efecto del resorte de la válvula y la presión del combustible y se cierra el asiento exterior (5). Alta presión procedente de la carrilera común es aplicada a la cámara de control (7), de manera que la tobera (8) está cerrada y no hay inyección de combustible.

Inicio de la inyección de combustible

Cuando la corriente eléctrica comienza a fluir hacia la TWV, la fuerza electro magnético se lleva hacia arriba la válvula exterior (3) y se abre el asiento exterior (5). Como resultado, el combustible fluye y sale de la cámara de control a través de los orificios (2) y (6), la aguja de la tobera sube y comienza la inyección de combustible. Debido a la acción de los orificios (2) y (6), la relación de la inyección del combustible aumenta gradualmente. Si se sigue enviando la corriente eléctrica, se alcanza la máxima relación de inyección de combustible.



- | | |
|----------------------|---|
| 1. Pistón hidráulico | 7. Cámara de control |
| 2. Orificio | 8. Tobera |
| 3. Válvula exterior | |
| 4. Válvula Interior | A. Carrilera común (siempre en alta presión) |
| 5. Asiento exterior | de 18 a 130 MPa (de 180 a 1330 kg/cm ²) |
| 6. Orificio 2 | B. Fuga, escape, derrame |

Fig. 2.19 Funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

Terminación de la inyección de combustible

Cuando se detiene el flujo de la corriente eléctrica hacia la válvula TWV, la válvula exterior (3) baja debido a la fuerza ejercida por el resorte de la válvula y la presión del combustible y se cierra el asiento exterior (5). Cuando esto ocurre, el combustible en alta presión que se encuentra en la carrilera común es aplicado

súbitamente a la cámara de control, de manera que la tobera se cierra súbitamente y se produce la rápida terminación de la inyección del combustible.

Diagrama del Circuito Eléctrico.

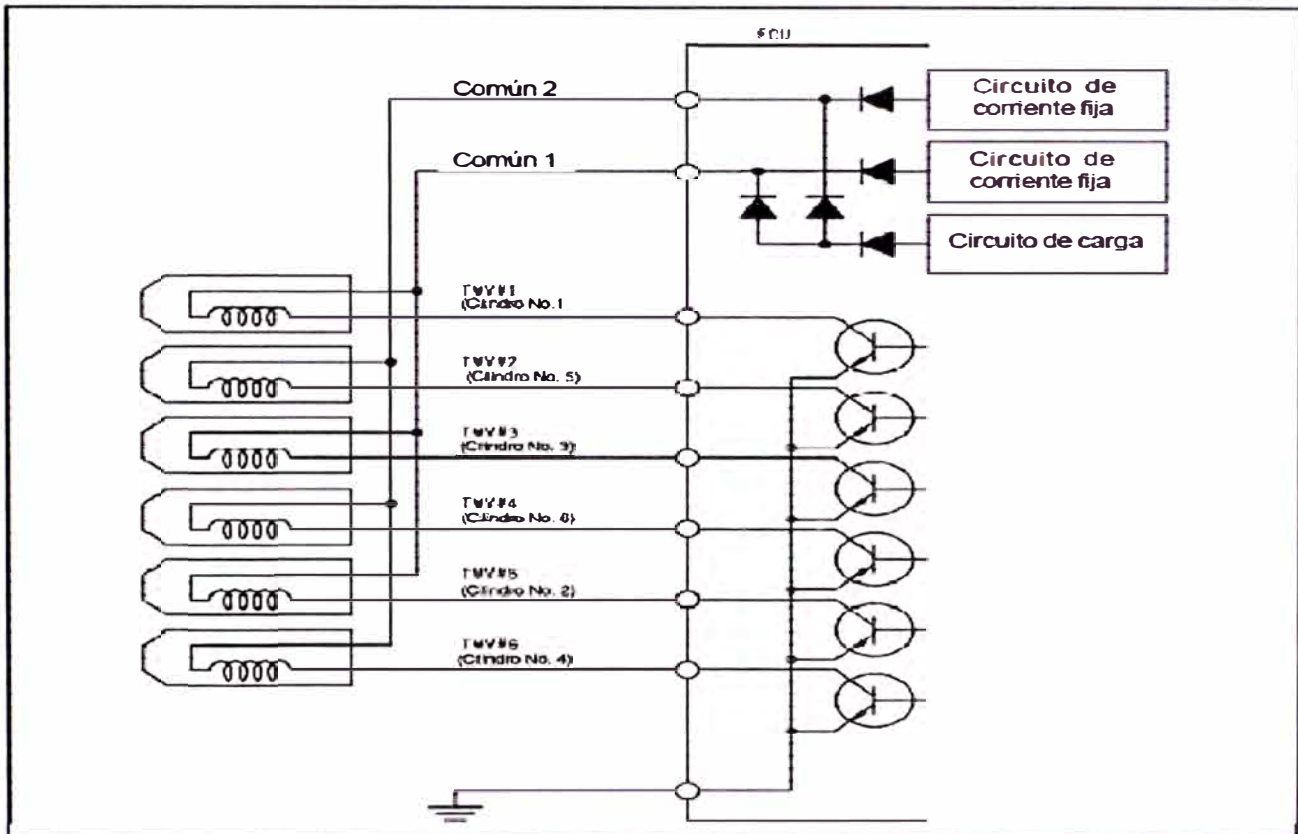


Fig. 2.20 Diagrama del circuito eléctrico.

2.2.3.4 Sensores y relés

Sensor de Revoluciones NE (ángulo de rotación)

Cuando un agujero de señales en el volante pasa por el sensor, cambia la línea de fuerza magnética que pasa a través de la bobina y se genera un voltaje de CA en la bobina. Los agujeros de señales se encuentran situados en el volante cada 7.5° , pero hay 3 lugares sin agujeros. Por lo tanto, hay un total de 45 agujeros de

señales. De tal modo, por cada 2 vueltas del motor, se producen 90 pulsaciones. Mediante esta señal se detectan la velocidad del motor y el ángulo de rotación para cada 7.5°.

Sensor NE de revoluciones (ángulo de rotación)

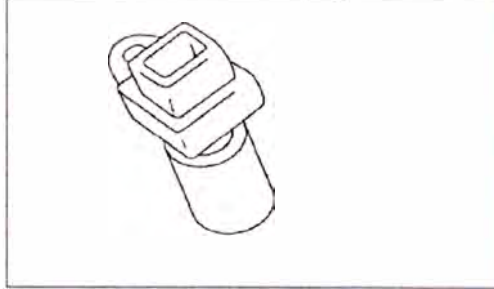


Fig. 2.21 Sensor de revoluciones NE (ángulo de rotación).

Sensor de Revoluciones G (sensor de juicio de cilindros)

De la misma forma que el sensor de revoluciones NE, se usa el cambio en la línea de fuerza magnética al pasar a través de la bobina para generar un voltaje AC. El engranaje en forma de disco provisto en el centro del árbol de levas de la bomba de alta presión, tiene dientes cortados (hay una muesca cada 120°) y además, hay un diente adicional en un punto. Por lo tanto, cada 2 vueltas del motor, 7 generan 7 pulsaciones. La combinación de las pulsaciones del sensor de revoluciones NE y la pulsación de revoluciones G es reconocida como la pulsación estándar del cilindro No. 1.

Sensor de revoluciones G (juicio de cilindros)

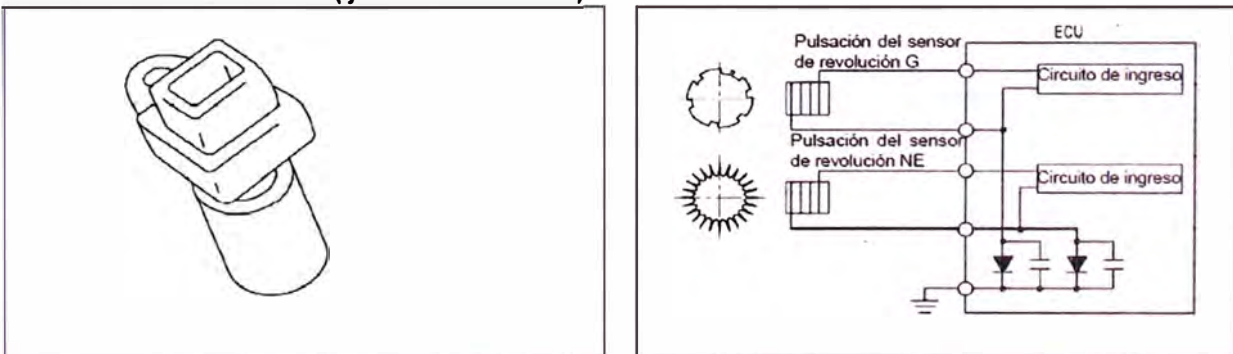


Fig. 2.22 Sensor de revoluciones G.

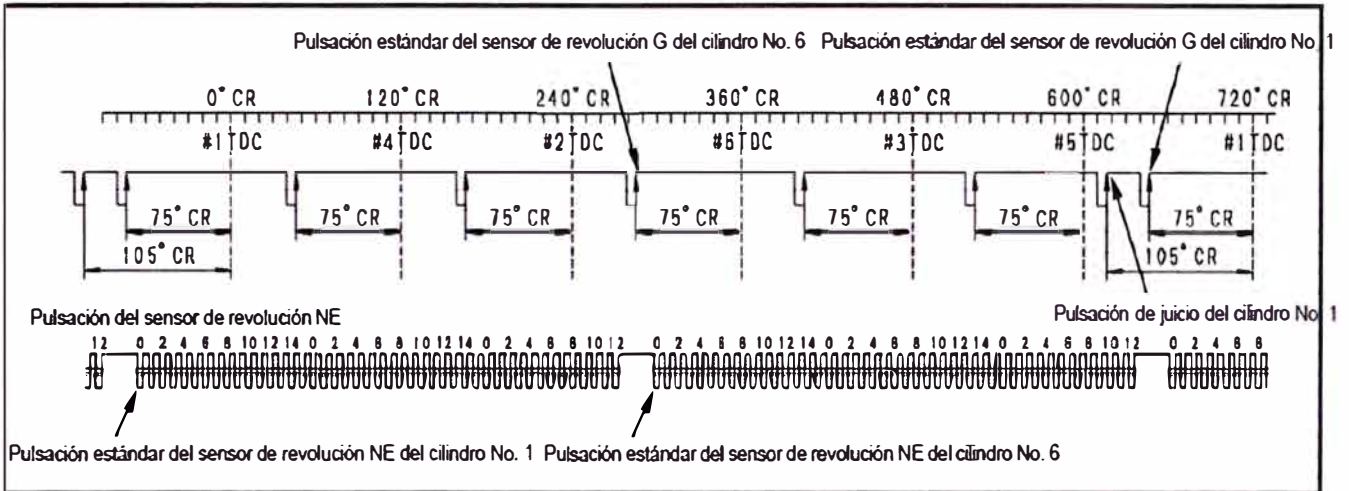


Fig. 2.23 Diagrama de pulsaciones de los sensores NE y G.

Sensor de la temperatura del agua

El sensor de la temperatura del agua detecta la temperatura del agua de enfriamiento del motor y envía esa cifra al ECU. El sensor utiliza un termistor que modifica el valor de la resistencia de acuerdo a la temperatura. Aplica voltaje al termistor y el cálculo dentro de la computadora con el voltaje dividido en el valor de la resistencia y el valor de la resistencia del termistor.

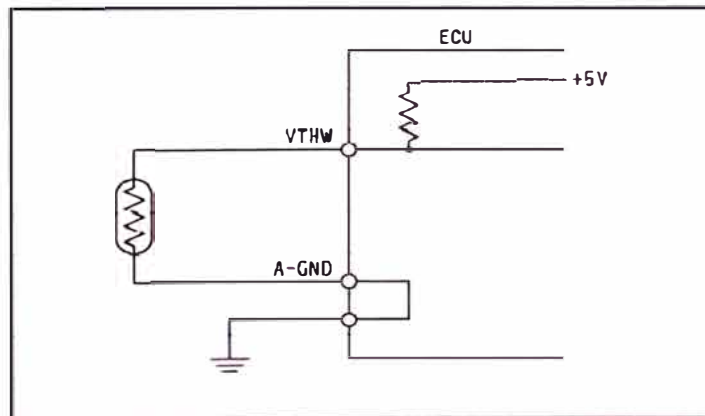


Fig. 2.24 Sensor de temperatura del agua del motor.

Sensor de la temperatura del combustible

El sensor de la temperatura del combustible detecta la temperatura del combustible y envía ese valor al ECU. El sensor utiliza un termistor que cambia el valor de la resistencia de acuerdo a la temperatura. Aplica voltaje al termistor y detecta con el voltaje dividido en valor de resistencia dentro de la computadora y el valor de la resistencia del termistor.

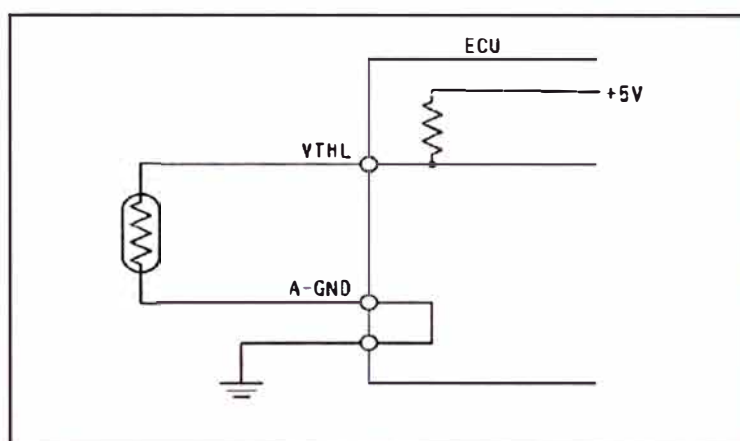


Fig. 2.25 Sensor de temperatura del combustible.

2.2.3.5 Controles

El control del sistema CRI del caudal de inyección de combustible y la sincronización de la inyección del combustible se realiza mejor que en un regulador mecánico y sincronizador utilizado en los sistemas convencionales de inyección de combustible.

El control del sistema realiza los cálculos necesarios en el ECU en base a la señal procedente de los sensores instalados en el motor y en la máquina y controla la sincronización y lapso de tiempo de envío de electricidad al inyector para que realice la óptima inyección de combustible en la óptima sincronización de inyección.

Función de control para caudal de inyección de combustible

La función para controlar el caudal de inyección de combustible sustituye la función convencional del regulador. Funciona para controlar la inyección de combustible de forma que se inyecte el óptimo caudal de combustible en base a la señal de la velocidad del motor y ángulo del acelerador.

Función de control para la sincronización de la inyección del combustible

La función para controlar la sincronización de la inyección del combustible sustituye la función convencional del sincronizador. Funciona para controlar la inyección del combustible de manera que se realice la sincronización óptima de la inyección en base a la señal recibida de la velocidad del motor y el caudal de combustible a inyectarse.

Función de control para la presión de inyección del combustible (función de control de la presión del combustible en la carrilera común)

La función para controlar la presión de inyección del combustible (función de control de la presión del combustible en la carrilera común), mide la presión del combustible con el sensor de presión del combustible de la carrilera común. Esta función retroalimenta al ECU y controla el caudal de combustible descargado por la bomba de suministro de combustible.

Controla la retroalimentación de presión en forma de que coincida con el valor óptimo (valor de mandato) establecido de acuerdo con la velocidad del motor y caudal de combustible a inyectarse.

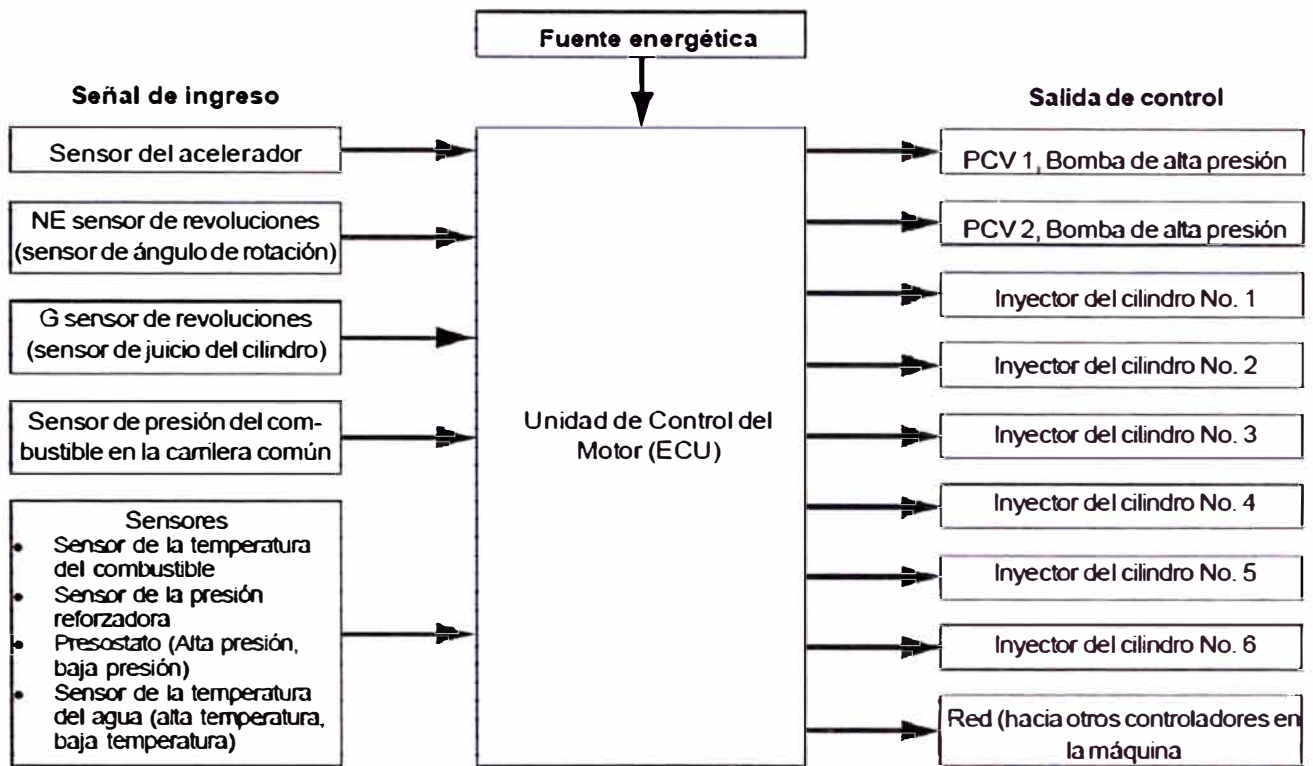


Fig. 2.26 Sensores de entradas al ECU y las salidas para la inyección.

CAPITULO III

EVALUACION Y DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA EXCAVADORA ANTES DE LA INSTALACION DEL ACCESORIO PARA ALTURA

3.1 EVALUACION PM CLINICA

Por las continuas quejas de los operadores de los dos turnos, quienes indicaban que le faltaba potencia (fuerza) a la excavadora, solicitaron al área de operaciones que facilite la máquina para que sea evaluado por los técnicos de KMMP, para ello primero se verificaron que todos los sistemas eléctricos y electrónicos estuvieran correctamente operando y segundo que no haya fugas en ningún sistema hidráulico. Se procedió a realizar el Pm Clínica el cual consiste en evaluar todos los parámetros importantes de la excavadora, como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Evaluación inicial de la excavadora PC600LC-7.



Pm-CLINICA DE SERVICIO PC600, PC600LC-7



INSPECCION DE HORA

<input type="checkbox"/>	PC600-7	NUMERO DE SERIE DE LA MAQUINA
<input type="checkbox"/>	PC600LC-7	20169
		NUMERO DE SERIE DEL MOTOR
		115194

N° DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	FECHA DE EJECUCION	HOROMETRO	INSPECTOR
	AÑO: 06 MES: 04 DIA: 05	26:07 h	C.Salazar

ENTREVISTA CON EL OPERADOR Y RECORRIDOS DE COMPROBACION ALREDEDOR DE LA MAQUINA			Bueno	Malo
¿Hay alguna anomalía antes de comenzar la inspección?				
NO				
¿Cuál es el nivel máximo de la temperatura de agua al motor?	¿Cuál es el nivel máximo de la temperatura del aceite hidráulico?(Durante el trabajo)	Temperatura de Ambiente		
 BWP10817	 BWP10818	Máximo : 18 °C Mínimo : 9 °C Altura : 3500 m	✓	
			✓	

Elementos de medición	Condición	Unidad	Valor estándar para una máquina nueva	Valor límite de servicio	Resultados Valores Iniciales	Bueno	Malo		
C1. Motor.	1. Velocidad del motor(modos A)	Ralentí		775 - 825	775 - 825	802		✓	
		Velocidad alta sin carga(*1)	rpm	1900-2000	1900 - 2000	1952	✓		
		Motor calado		1670 - 1870	1670 - 1870	1825	✓		
				Mín. 1780	Mín. 1780	1787	✓		
				Mín. 1730	Mín. 1730	1752	✓		
	3. Presión del aceite del motor	Medio de velocidad alta sin carga A. Eleve el aguilón para aliviar.		KPa (mmH ₂ O)	Max. 1.47 (Max. 150)	2.94 (300)	50	✓	
		Velocidad alta sin carga	15W40	MPa (kg/cm ²)	0.34 - 0.54 (3.5 - 5.5)	0.21 (2.1)		✓	
			SAE10W		0.29 - 0.49 (3.0 - 5.0)	0.18 (1.8)		✓	
		15W40	Min. 0.12 (Mín. 1.2)		0.08 (0.8)	3.5	✓		
	SAE10W		Min. 0.10 (Min 1.0)		0.07 (0.07)		✓		
4. Presión del turbo	Velocidad alta sin carga Ponga en ON el interruptor para		KPa (mmHg)	Max. 1.27 (Max. 950)	1.07 (800)	950	✓		
5. Temperatura del escape	Velocidad alta sin carga Modo A	Temperatura de escape	°C	Max. 650	700	750		✓	
		Temperatura de ambiente		-	-	12	✓		

*1: Gire el interruptor de traba del giro en posición "ON" y empuje suavemente la palanca de control de giro (no alivie)

2.PTO	Inspección	Unidad	Valor	Resultado	Bueno	Malo
2.PTO	1. Inspección visual del colador	-	No haya polvo metálico obstruyendo	✓	✓	
	2. Revise la etiqueta térmica del rodamiento centrado	°C	120°C rango no debe ser negro	✓	✓	


3. Velocidad del equipo del trabajo	Condición	Unidad	Valor estándar	Valor límite de servicio	Resultados	Bueno	Malo	
3. Velocidad del equipo del trabajo	1. Elevar el aguilón	Velocidad alta sin carga Modo A Giro. Tiempo de medición para 5 vueltas después de 1 Traslado: Elevar carga de cualquier lado	seg.	4.4 - 5.4	Max. 5.9	5.1	✓	
	2. Bajar el aguilón.			3.2 - 4.0	Max. 4.4	3.6	✓	
	3. Mover el brazo adentro			4.8 - 5.8	Max. 6.3	5.3	✓	
	4. Mover el brazo adentro.			3.5 - 4.3	Max. 4.7	3.9	✓	
	5. Repliegue del cucharón.			2.8 - 3.6	Max. 4.0	3.3	✓	
	6. Descargar del cucharón			3.1 - 3.9	Max. 4.3	3.3	✓	
	7. Gire 5 veces			34 - 38	Max. 40	35.7	✓	
				PC600LC-7	35 - 43	35 - 43	42.7	✓
				PC600LC-7	37 - 46	37 - 46	42.7	✓
				PC600LC-7	35 - 43	35 - 43	42.7	✓



Pm-CLINICA DE SERVICIO PC600, PC600LC-7

Elementos de medicion	Condicion	Unidad	Valor estandar para una maquina nueva	Valor limite de servicio	Resultados Valores Iniciales	Bueno	Malo
1.Presion de la bomba delantera	Aliviar Brazo afuera	MPa (Kg/cm ²)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	340	✓	
	Aliviar Brazo adentro		33.34 – 35.79 (340 – 365)	33.34 – 35.79 (340 – 365)	360	✓	
	Aliviar traslado IZQ.		35.30 – 37.75 (360 – 385)	35.30 – 37.75 (360 – 385)	370	✓	
	Aliviar el giro izquierdo.		28.93 – 30.89 (295 – 315)	28.93 – 30.89 (295 – 315)	315	✓	
	Aliviar el giro derecho.		28.93 – 30.89 (295 – 315)	28.93 – 30.89 (295 – 315)	311	✓	
2.Presion de la bomba trasera	Aliviar cucharon		30.89 – 33.34 (315 – 340)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	340	✓	
	Elevar el aguilón para aliviar		33.34 – 35.79 (340 – 365)	33.34 – 35.79 (340 – 365)	360	✓	
	Aliviar el traslado DER		35.30 – 37.75 (360 -385)	35.30 – 37.75 (360 -385)	370	✓	
3.Presion de control	Ponga las palancas de control en la posición neutral			3.14 – 3.43 (32 – 35)	3.14 – 3.43 (32 – 35)	28	✓

1.Presion de salida de la válvula TVC	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Palancas de control en la posición Neutral.	2.05 – 2.45 (21 – 25)	Min.1.76 (Min. 18)	20	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el interruptor HL	0.57- 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52- 1.25 (5.3 – 12.7)	13.5	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton	0.82 – 1.22 (8.4 - 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 - 11.9)	10	✓	
2.Presion de salida de la válvula CO + NO delantera.		Palancas de control en la posición Neutral.	Max. 0.4 (Max. 4)	Max. 0.55 (Max. 5.5)	4.0	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el interruptor HL	0.57- 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52- 1.25 (5.3 – 12.7)	13	✓	
		Oruga levantada sin carga y palanca al final de carrera	Min. 1.7 (Min. 17)	Min. 1.7 (Min. 17)	16.5	✓	
3. Presion de salida de la válvula CO + NO trasera		Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton	0.82 – 1.22 (8.4 – 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 – 11.9)	12.5	✓	
		Palancas de control en la posición Neutral.	Máx.0.4 (Máx. 4)	Máx.0.55 (Máx. 5.5)	4	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el interruptor HL	0.57 – 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52 – 1.25 (5.3 – 12.7)	8	✓	
	Oruga levantada sin carga y palanca al final de carrera	Máx 1.7 (Máx. 17)	Máx 1.7 (Máx. 17)	17	✓		
	Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton	0.82 – 1.22 (8.4 – 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 – 11.9)	8.5	✓		

6.	Deslizamiento hidráulico del equipo de trabajo	Temperatura de trabajo, lugar nivelado, motor parado, palancas en neutro, medir entre 5 y 15 minutos		mm	Máx. 1,200	Máx. 1,800	450	✓	
----	--	--	---	----	------------	------------	-----	---	--

7.	Colador del tanque hidráulico	Revise el colador visualmente (para partículas metálicas, astillas de caucho)		No debe haber exceso de partículas metálicas o material extraño.	Visual	✓	
----	-------------------------------	---	--	--	--------	---	--

3.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

3.2.1 Consumo de combustible Teórico

Se adjunta el consumo de combustible de la excavadora hidráulica PC600LC-7, según: Specificatio & Application Handbook de Komatsu, Edition 30.

Tabla 3.2 Rangos de consumo de combustible de la excavadora PC600LC-7.

		Fuel Consumption				OWNING & OPERATING COSTS	
(3) Hydraulic excavators		Low		Medium		High	
Range	Amount	U.S. Gal/hr	ltr./hr	U.S. Gal/hr	ltr./hr	U.S. Gal/hr	ltr./hr
Machine							
PC20MR-3		0.21 ~ 0.29	1.1 ~ 1.6	0.29 ~ 0.45	1.6 ~ 2.3	0.45 ~ 0.77	2.3 ~ 3.9
PC27MR-3		0.34 ~ 0.48	1.3 ~ 1.8	0.48 ~ 0.71	1.8 ~ 2.7	0.71 ~ 1.19	2.7 ~ 4.5
PC30MR-3		0.34 ~ 0.50	1.3 ~ 1.9	0.50 ~ 0.74	1.9 ~ 2.8	0.74 ~ 1.24	2.8 ~ 4.7
PC35MR-3		0.37 ~ 0.53	1.4 ~ 2.0	0.53 ~ 0.79	2.0 ~ 3.0	0.79 ~ 1.32	3.0 ~ 5.0
PC45MR-3		0.50 ~ 0.71	1.9 ~ 2.7	0.71 ~ 1.06	2.7 ~ 4.0	1.06 ~ 1.74	4.0 ~ 6.6
PC55MR-3		0.50 ~ 0.71	1.9 ~ 2.7	0.71 ~ 1.06	2.7 ~ 4.0	1.06 ~ 1.74	4.0 ~ 6.6
PC78US-8, PC78UU-8		0.63 ~ 0.92	2.4 ~ 3.5	0.92 ~ 1.4	3.5 ~ 5.2	1.4 ~ 2.3	5.2 ~ 8.7
PC88MR-8		0.77 ~ 1.1	2.9 ~ 4.1	1.1 ~ 1.6	4.1 ~ 6.1	1.6 ~ 2.7	6.1 ~ 10.2
PC130-8		1.1 ~ 1.5	4.1 ~ 5.8	1.5 ~ 2.3	5.8 ~ 8.7	2.3 ~ 3.8	8.7 ~ 14.5
PC138US-8		1.1 ~ 1.5	4.1 ~ 5.8	1.5 ~ 2.3	5.8 ~ 8.7	2.3 ~ 3.8	8.7 ~ 14.5
PC160LC-7E0		1.4 ~ 1.9	5.1 ~ 7.3	1.9 ~ 2.9	7.3 ~ 11.0	2.9 ~ 4.8	11.0 ~ 18.3
PC160LC-8		1.4 ~ 1.9	5.1 ~ 7.3	1.9 ~ 2.9	7.3 ~ 11.0	2.9 ~ 4.8	11.0 ~ 18.3
PC200, LC-7		1.6 ~ 2.4	6.2 ~ 8.9	2.4 ~ 3.5	8.9 ~ 13.4	3.5 ~ 5.9	13.4 ~ 22.3
PC200, LC-8		1.6 ~ 2.2	5.9 ~ 8.5	2.2 ~ 3.4	8.5 ~ 12.7	3.4 ~ 5.6	12.7 ~ 21.2
PC220, LC-7		2.0 ~ 2.9	7.5 ~ 10.8	2.9 ~ 4.3	10.8 ~ 16.2	4.3 ~ 7.1	16.2 ~ 26.9
PC220, LC-8		1.9 ~ 2.7	7.1 ~ 10.3	2.7 ~ 4.1	10.3 ~ 15.4	4.1 ~ 6.8	15.4 ~ 25.6
PC228US, USLC-3E0		1.7 ~ 2.4	6.3 ~ 9.0	2.4 ~ 3.6	9.0 ~ 13.5	3.6 ~ 5.9	13.5 ~ 22.5
PC270, LC-7		2.1 ~ 3.1	8.1 ~ 11.6	3.1 ~ 4.6	11.6 ~ 17.4	4.6 ~ 7.7	17.4 ~ 29.0
PC270, LC-8		2.1 ~ 3.1	8.1 ~ 11.6	3.1 ~ 4.6	11.6 ~ 17.4	4.6 ~ 7.6	17.4 ~ 28.9
PC300, LC-7, PC350, LC-7		2.9 ~ 4.1	10.8 ~ 15.4	4.1 ~ 6.1	15.4 ~ 23.1	6.1 ~ 10.2	23.1 ~ 38.5
PC300, LC-8, PC350, LC-8		2.8 ~ 4.0	10.6 ~ 15.1	4.0 ~ 6.0	15.1 ~ 22.7	6.0 ~ 10.0	22.7 ~ 37.9
PC400, LC-7, PC450LC-7		5.1 ~ 6.8	19.3 ~ 25.7	6.8 ~ 8.5	25.7 ~ 32.1	8.5 ~ 12.7	32.1 ~ 48.2
PC400, LC-8, PC450, LC-8		5.1 ~ 6.8	19.3 ~ 25.7	6.8 ~ 8.5	25.7 ~ 32.1	8.5 ~ 12.7	32.1 ~ 48.2
PC400, LC-8R, PC450, LC-8R		5.1 ~ 6.8	19.3 ~ 25.7	6.8 ~ 8.5	25.7 ~ 32.1	8.5 ~ 12.7	32.1 ~ 48.2
PC600, LC-7		6.2 ~ 8.2	23.4 ~ 31.2	8.2 ~ 10.3	31.2 ~ 39.0	10.3 ~ 16.5	39.0 ~ 62.4

Fuente: Handbook Komatsu, Edición 30.

3.2.2 Consumo de combustible Real

Consumo de combustible real registrado por el área de operaciones (camiones abastecedores y grifos en la mina).

Tabla 3.3 Registro de consumo de combustible promedio.

Comarsa 2006

Item	Descripcion	Modelo	Serie Maquina	Serie Motor	ID	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio (gal/h)
1	Excavadora	PC600LC-7	20162	115194	PC05	14.7	15.6	15.2	15.5	15.2

Fuente: Mina COMARSA.

3.2.3 Consumo de combustible recomendado por fabrica Komatsu

El Ing. Carlos Ceballos Gerente de Territorio de KLC (Komatsu Latin American Corp.) indicó que para el tipo de aplicación, operación minera (material después de voladura) y una altitud de operación entre 3,000 y 3,800 msnm, el consumo de combustible de la PC600LC-7 debería ser el promedio del rango alto (tabla 3.2) 13.4 gal/h con +/- 0.5 gal/h, es decir debería consumir entre 12.9 gal/h y 13.9 gal/h.

3.3 VISCOSIDAD Y CONTENIDO DE HOLLIN EN EL ACEITE DE MOTOR

3.3.1 Valores condensorios según recomendación del fabricante Cummins-Komatsu

COMARSA tenía un laboratorio de Shell dentro de sus instalaciones (operación minera), había un espectrofotómetro que analizaba varios elementos importantes, esta facilidad permitía obtener los resultados de las muestras tomadas en el tiempo óptimo de una hora. Tenían un sistema que

se podía imprimir con facilidad un reporte histórico y además estos datos se podían exportar a una hoja Excel.

Se adjunta la tabla 3.4 el cual fue entregado por KMMP al laboratorio de Shell para que realice los reportes respectivos y los análisis de tendencias de todos los compartimentos. Los elementos sombreados en amarillo eran analizados en el laboratorio.

Tabla 3.4 Valores críticos para el análisis de aceite de motor SAA6D140E-5.



Severidad Motores Diesel Komatsu-Cummins para Análisis de Aceites

Elemento	Precaución	Crítico	Unidad
Fierro	30	40	ppm
Cobre	15	20	ppm
Niquel	5	10	ppm
Estaño	3	5	ppm
Aluminio	10	15	ppm
Silice	7	15	ppm
Plomo	20	30	ppm
Cromo	5	10	ppm
Sodio	25	40	ppm
Potasio	25	40	ppm
Boro	15	25	ppm
Viscosidad alta a 100 C°	16	16	cst
Viscosidad baja a 100 C°	12	12	cst
Viscosidad alta a 40 C°	130	130	cst
Viscosidad baja a 40 C°	87	87	cst
TBN	5	5	mgKOH/gr
TAN	3.5	4.5	mgKOH/gr
Oxidación	15	20	abs/cm
Nitración	15	20	abs/cm
Sulfatación	15	20	abs/cm
Dilución x FO flash point	189	189	Temp inf.
Dilución x FO	1.5	3	%
Hollín	1.0	1.5	%
Agua	0.2	0.2	%
Indice PQ	80	200	Adimensional

Fuente: Komatsu-Cummins.

3.3.2 Resumen de los resultados de análisis de aceite del motor

Los valores condenatorios de la tabla 3.4 fueron ingresados al sistema del laboratorio y después de obtener los resultados de las muestras tomadas, el sistema emitía un reporte como se muestra en la fig. 3.1.

FECHA MUESTREO:	23/06/2006	24/06/2006	25/06/2006	26/06/2006	30/06/2006	05/07/2006	11/07/2006	12/07/2006
NRO. LABORATORIO	0000001364	0000001366	0000001400	0000001421	0000001458	0000001559	0000001643	0000001667
RELLENO (GL.):	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQUIPO (Hr./Km.)	1317.00	1332.00	1350.00	1359.00	1413.00	1491.00	1591.00	1611.00
ACEITE (Hr./Km.)	14.00	28.00	54.00	63.00	117.00	195.00	81.00	101.00
Hierro (ppm)	1	2	6	6	13	29	13	13
Aluminio (ppm)	1	2	0	0	5	7	4	4
Silicio (ppm)	2	2	2	3	4	9	7	7
Cobre (ppm)	1	2	1	2	4	9	4	4
Plomo (ppm)	0	0	1	2	5	9	0	0
Cromo (ppm)	0	0	0	0	1	2	0	0
Viscosidad a 100 °C	14.05	14.03	14.08	14.07	15.94	20.21	15.56	16.28
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA
Dilucion (%Vol)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agua (% Vol)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
TBN (mgr KOH/g)	8.50	8.50	8.10	8.00	8.00	7.00	8.20	8.10
Hollin	0.50	0.60	0.80	0.90	1.00	1.10	1.00	1.00
ESTADO	NORMAL	NORMAL	NORMAL	ALERTA	ALERTA	CRITICO	ALERTA	ALERTA

Fig. 3.1 Reporte histórico de análisis de aceite de la PC05.

Fuente: Laboratorio Shell, Mina COMARSA.

3.3.3 Cambios de aceite de motor por alta viscosidad y alto contenido de hollín

El consumo de aceite del motor era normal, sin embargo en cortos periodos había presencia de hollín y como consecuencia aumentaba la viscosidad en el aceite (el cual era de preocupación para el área técnica).

El aceite de motor se estuvo cambiando cada 200 horas en promedio en forma preventiva, es decir no llegaba a las 250 horas recomendado por fábrica.

Tabla 3.5 Resumen de los resultados históricos exportados a Excel.



Resultados Analisis de Aceite - Excavadora PC600LC-7 (PC05)

Compartimiento: Motor

Marca: Komatsu

Modelo: SA6D140E-3

Serie: 115194

Condicion: Sin kit de altura

Leyenda	
Precaución	
Critico	

Fecha Muestreo	30-jun-06	05-jul-06	11-jul-06	12-jul-06	17-jul-06	26-jul-06	29-jul-06	Severidad Komatsu	
								Precaucion	Critico
Lubricante	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40		
Relleno	0	0	0	0	0	0	0		
Equipo Hrs.	1413	1491	1591	1611	1687	1838	1873		
→ Aceite Hrs.	117	195	81	101	177	116	30		
Hierro	13	29	13	13	6	19	21	30	40
Aluminio	5	7	4	4	3	2	6	10	15
Silicio	4	9	7	7	3	6	7	7	15
Cobre	4	9	4	4	2	6	5	15	20
Plomo	5	9	0	0	0	4	6	20	30
Cromo	1	2	0	0	0	2	2	5	10
Viscosidad@100°C cst	15.94	20.21	15.56	16.26	15.16	17.97	17.43	12	16
Dilucion (%Vol)	0	0	0	0	0	0	0	1.50%	3%
Agua (%Vol)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	0.20%	0.20%
Dispersancia	Regular	Regular	Regular	Mala	Regular	Regular	Regular		
TBN (mgr KOH/g)	8	7	8.2	8.1	8	7.8	7.8	Minimo 5	Minimo 5
TAN (mgr KOH/g)								2.5	Max 4.5
Hollin	1	1.1	1	1	0.9	1	1	1.0	1.5
Estado	Alerta	Critico	Alerta	Critico	Alerta	Critico	Critico		

Fuente: Laboratorio Shell, Mina COMARSA.

3.4 EVALUACION DE TIEMPOS DE CICLO CON CARGA

Se coordinó con el área de operaciones de la mina, para tomarle tiempo a los ciclos de carga con giro de 90°, asimismo se solicitó que faciliten 5 volquetes de la misma capacidad (15 m³) para que los registros de información sean uniformes y confiables. Los datos fueron:

Tabla 3.6 Registro de los tiempos de ciclo.

Parametros	Medicion
Tiempo promedio del ciclo (s) (*)	23
Pases promedio por camion	4
Tiempo promedio total de carga (s)	92
Tiempo promedio total de carga (min)	1.5
Volumen promedio cargado por camion (m ³) (*)	15
Densidad del material (t/m ³)	1.6
t/Camion	24.0
m ³ /h	587.0
t/h	939.1

(*) Promedio calculado con 5 volquetes.

El tiempo promedio por ciclo de carga registrado (23 s) estaba fuera de rango, comparado con la recomendación estándar de fábrica.

Tabla 3.7 Tiempo de ciclo estándar (s).

Model	Range	Swing angle		Model	Range	Swing angle	
		45° ~ 90°	90° ~ 180°			45° ~ 90°	90° ~ 180°
PC78		10 ~ 13	13 ~ 16	PC270, PC290		15 ~ 18	18 ~ 21
PW140		11 ~ 14	14 ~ 17	PC300, PC350		15 ~ 18	18 ~ 21
PC130		11 ~ 14	14 ~ 17	PC400, PC450		16 ~ 19	19 ~ 22
PC160		13 ~ 16	16 ~ 19	PC600		17 ~ 20	20 ~ 23
PW160, PW180		13 ~ 16	16 ~ 19	PC750, PC800, PC850		18 ~ 21	21 ~ 24
PC180		13 ~ 16	16 ~ 19	PC1250		22 ~ 25	25 ~ 28
PC200, PC210		13 ~ 16	16 ~ 19	PC2000		24 ~ 27	27 ~ 30
PW200, 220		14 ~ 17	17 ~ 20				
PC220, PC230, PC240		14 ~ 17	17 ~ 20				

Fuente: Handbook Komatsu, Edicion 30.

3.5 RECOPIACION DE INFORMACION Y ENVIO A FABRICA

Después de realizar las evaluaciones con carga se comprobó que había exceso de humo negro durante la operación y los movimientos hidráulicos de la pluma-brazo-cucharón eran lentos indicando pérdida de potencia (fuerza). Toda la información obtenida como:

- Las condiciones de operación de la máquina (Punto 2.1.4).
- PM Clínica de la excavadora (Tabla 3.1).
- Registro de consumo de combustible (Tabla 3.3).
- Información del laboratorio de análisis de aceite (Fig. 3.1 y Tabla 3.5) y
- Registro de los tiempos de ciclo con carga (Tabla 3.6).

Fueron enviados a la fábrica y después de cuatro semanas aproximadamente Komatsu Japón diagnosticó que se debería instalar en el motor un “sistema accesorio para trabajo en altura”.

CAPITULO IV

DIAGNOSTICO, COMUNICACIÓN DE FABRICA E INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

4.1 DIAGNOSTICO Y COMUNICACIÓN DE FABRICA

Sabemos que a mayor altura hay menor cantidad de oxígeno y si inyectamos la misma cantidad de combustible esta se convierte en mezcla rica. La excavadora PC600LC-7 con motor diesel Tier III modelo SAA6D140E-5 (sistema de inyección electrónica) tiene instalado el sistema de auto compensación hasta los 2,300 msnm. La excavadora estaba designada para que opere en el tajo Sacalla a 3,600 msnm (pérdida de potencia de 15%, según la tabla 2.1), a esta altitud requiere un sistema accesorio para trabajo en altura, para compensar la deficiencia de oxígeno, para que tenga mejor dosificación de combustible y mejor relación aire/combustible el cual le permita disminuir el humo negro y controlar las temperaturas de los gases de escape a valores recomendados por fabrica.

DIAGNOSTICO

Fabrica Komatsu después de evaluar los parámetro de la máquina, las condiciones de operación (altitud, temperatura ambiente, tipo de material,

tipo de operación) y la información enviada por KMP diagnostica la instalación “del sistema accesorio para trabajo en altura”, principalmente porque la máquina opera a una altitud mayor a 2,300 msnm.

Para hacer efectivo esta mejora, envía una comunicación con un procedimiento (archivo en pdf) al área Product Support Group de KMMP, que en el corto plazo estará enviando para Perú las instrucciones y los repuestos requeridos para dar solución al problema de la excavadora. Asimismo solicita que la instalación se realice de inmediato.

El documento enviado fue el **Installation Manual REF NO. BT03036B**.

Se adjunta en el Anexo 2.

OBJETIVO DEL SISTEMA ACCESORIO PARA ALTURA

El objetivo es mejorar la dosificación de combustible (operación mayor a 2,300 msnm) de tal manera que el motor tenga la temperatura régimen de trabajo en su operación, evite daños en el sistema de escape (turbocompresor, múltiples, culata, válvulas y pistón) por altas temperaturas (calentamiento) y al tener mejor combustión disminuya la cantidad de hollín.

4.2 INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

Tan pronto llegaron los repuestos al almacén de KMMP en Lima, estos fueron enviados a la mina COMARSA para su instalación, el trabajo estaba programado para el último día de julio de 2006. El listado de repuestos

consistía en 50 ítems, sin embargo consideramos que eran tres los repuestos principales y son los que se muestran en la fig. 4.1.

COMPONENTES PRINCIPALES

Del listado de repuestos enviados consideramos importantes a los siguientes:

- Un (01) turbocompresor refrigerado por agua (mayor durabilidad del componente, de los multiples de escape y además controla mejor la dilatación).
- Un (01) ECU, Controlador o tarjeta electrónica (con nuevos parámetros de dosificación para la inyección de combustible).
- Cuatro (04) conectores (juntos con el ECU mejoran la relación aire/combustible de acuerdo a la información de la temperatura ambiente y la altitud de trabajo).



Fig. 4.1 Repuestos principales del sistema accesorio para altura.

Tabla 4.1 Listado de repuestos del "Sistema accesorio para altura".

ATTACHED SHEET				
PC600LC-7				
Item	Part Number	Description	Qty	Remarks
1	01252-31035	Bolt	4	High Altitud Kit
2	01435-01014	Bolt	1	High Altitud Kit
3	01435-01020	Bolt	1	High Altitud Kit
4	01435-01025	Bolt	4	High Altitud Kit
5	01435-01050	Bolt	1	High Altitud Kit
6	01435-01065	Bolt	1	High Altitud Kit
7	01436-01015	Bolt	1	High Altitud Kit
8	01436-01035	Bolt	1	High Altitud Kit
9	01436-01085	Clip	1	High Altitud Kit
10	02895-77075	O-Ring	2	High Altitud Kit
11	04418-02550	Screw	4	High Altitud Kit
12	07003-01015	Gasket	3	High Altitud Kit
13	10403-41230	Cap	1	High Altitud Kit
14	195-01-16420	Collar	1	High Altitud Kit
15	205-60-71220	Lock Assy	1	High Altitud Kit
16	208-60-61420 NK	Cover	1	High Altitud Kit
17	208-60-61430 NK	Bracket	1	High Altitud Kit
18	200-60-51180	Cap Assy	1	High Altitud Kit
19	21M-06-15910	Switch	1	High Altitud Kit
20	21M-06-15920	Switch	1	High Altitud Kit
21	21M-06-15930	Switch	1	High Altitud Kit
22	21M-06-15940	Switch	1	High Altitud Kit
23	6000-23-1300	Plate	1	High Altitud Kit
24	6127-51-6822	Gasket	1	High Altitud Kit
25	6134-12-5120	Spacer	1	High Altitud Kit
26	6141-71-1710	Joint	1	High Altitud Kit
27	6151-51-8151	Gasket	1	High Altitud Kit
28	6151-51-8161	Gasket Nonasbest	1	High Altitud Kit
29	6151-53-8280	Clip	1	High Altitud Kit
30	6152-51-5880	Spacer	1	High Altitud Kit
31	6164-62-8230	Plate	2	High Altitud Kit
32	6164-62-8241	Gasket	4	High Altitud Kit
33	6215-71-4940	Clamp	1	High Altitud Kit
34	6217-61-8720	Tube	1	High Altitud Kit
35	6217-61-8730	Bracket	1	High Altitud Kit
36	6217-61-8760	Joint	2	High Altitud Kit
37	6218-11-5830	Gasket	1	High Altitud Kit
38	6218-11-6670	Tube	1	High Altitud Kit
39	6218-61-8720	Tube	1	High Altitud Kit
40	6218-61-8730	Block	1	High Altitud Kit
41	6218-61-8740	Block	1	High Altitud Kit
42	6218-61-8750	Plate	1	High Altitud Kit
43	6505-65-5170	Turbo Charger	1	High Altitud Kit
44	7872-12-4400	Controllor	1	High Altitud Kit
45	01010-81230	Bolt	4	High Altitud Kit
46	01640-21016	Washer	2	High Altitud Kit
47	07005-01012	Seal Washer	2	High Altitud Kit
48	07005-01412	Gasket	12	High Altitud Kit
49	07206-30710	Joint	1	High Altitud Kit
50	07206-31014	Joint	5	High Altitud Kit

Fuente: Servicios de KMMP.

Para este trabajo importante en mina, viajaron tres técnicos especializados y la instalación se programó para el 30 de julio de 2006, en ese momento la excavadora tenía 1,917 h de operación y el trabajo se realizó durante un turno completo. Al día siguiente por la mañana se hicieron el Pm Clinica en el taller y por la tarde se hicieron las pruebas con carga en operación (tiempos de ciclo con carga).

Reemplazo del turbocompresor:

Fabrica recomendó que se reemplace el turbo (el estándar es refrigerado por aire) por otro que soporta mayor temperatura, este último tiene líneas para ser refrigerado por el “coolant de Komatsu” (refrigerante).



Fig. 4.2 Instalación del turbocompresor.



Fig.4.3 Instalación de líneas de refrigeración (turbocompresor).

Reemplazo del ECU (controlador):

El ECU es la unidad que recibe las señales de ingreso (información) de ocho sensores y es el que controla la cantidad de combustible que inyectara a cada cilindro, tomando en cuenta las diferentes condiciones de operación.



Fig. 4.4 Controlador original (estandar)
P/N 7872-12-4400.

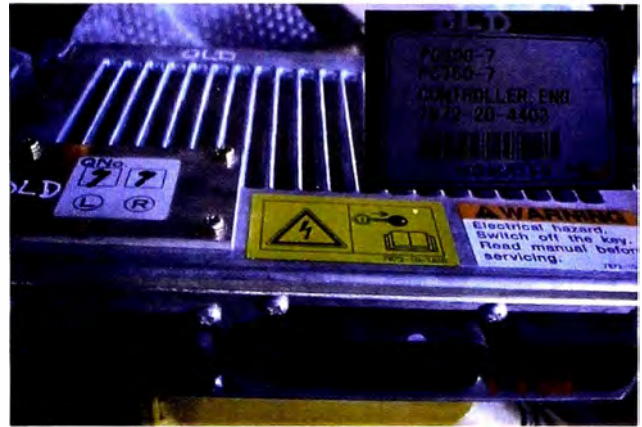


Fig. 4.5 Controlador nuevo
P/N 7872-20-4403.

Selección e instalación del conector:

Fabrica entrego cuatro conectores Fig. 4.6 y Tabla 4.1 (ítems 19, 20, 21 y 22), la información en el “**Installation Manual REF NO. BT03036B**”, indica que la selección del conector depende de la “**condición de operación**”. Según lo descrito en el punto 2.1.4. (altitud 3,600 msnm, temperatura máxima 15°C) y de acuerdo a lo recomendado en la tabla 4.2, se selecciona el conector N° 2 con P/N 21M-06-15930.

Tabla 4.2 Selección del conector, según las condiciones de operación de la mina.

Ambient temperature (°C) \ Altitude (m)	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500
40	2	3	3	—	—	—	—	—	—
35	2	2	3	3	—	—	—	—	—
30	1	2	2	3	3	—	—	—	—
25	0	1	2	2	3	3	—	—	—
20	0	0	1	1	2	3	3	—	—
15	0	0	1	1	1	2	3	3	3
10	0	0	1	1	1	2	2	3	3
5	0	0	0	1	1	2	2	3	3

Machine model selection connector No.	Part No. of the connector	Derate ratio (%)		Remarks (Identification code)
		Max. torque point	Rated point	
3	21M-06-15940	20	15	604
2	21M-06-15930	12.5	10	603
1	21M-06-15920	5	5	602
0	21M-06-15910	0	0	601

Machine model selection connector selecting example:
Use the machine model selection connector No. 3 when using the engine at the altitude of 4.000 m and in the maximum ambient temperature of 15°C.

Fuente Komatsu: Installation Manual Ref No. BT03036B.



Fig. 4.6 Los cuatro (04) conectores.



Fig. 4.7 Conector N° 2 (seleccionado)

El conector N° 2 va instalado junto con el ECU, ubicado dentro de la cabina, en la parte posterior del asiento del operador, como se muestra en las Figs. 4.8 y 4.9.

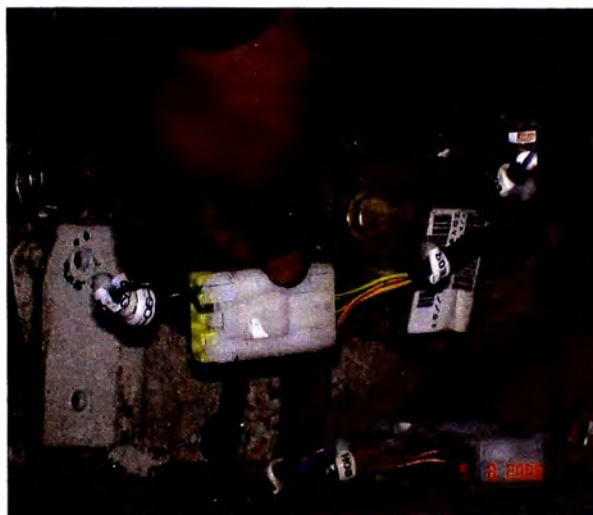


Fig. 4.8 y 4.9 Instalación del ECU juntos con el conector N° 2 dentro de la cabina.

Cambio de tapas (radiador e hidráulico y cambio de placa del motor:

Continuando con el procedimiento, se reemplazaron la tapa del radiador lo mismo que la tapa del tanque hidráulico, estas tapas se cambian porque los valores de presión de apertura de las válvulas (en ambas tapas) varían de acuerdo a la altitud.

Por último se retiró la placa original de motor (fig 4.10) y se instala una nueva placa al motor (fig. 4.11), como señal que es una versión modificada y para que en los registros de fábrica que mantenga la garantía de fábrica.



Fig. 4.10 Placa original del motor.

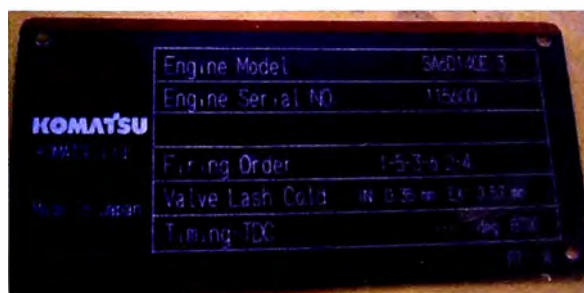


Fig. 4.11 Placa nueva del motor.

CAPITULO V

DESCRIPCION DE MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA DESPUES DE LA INSTALACION DEL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

5.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El área de operaciones de la mina solicito que se lleve el control del consumo de combustible. Se registraron los consumos de los meses desde agosto hasta octubre 2006, el promedio nos resultó 13.7 gal/h. Según el Ing. Carlos Ceballos Gerente de Territorio de KLC (Komatsu Latin American Corp.), el consumo está dentro de lo aceptable, tomando en cuenta el rango alto que recomienda fabrica (tabla 3.2) y las condiciones de operación de la máquina (punto 2.1.4).

Tabla 5.1 Registro de consumo de combustible promedio.

Comarsa 2006

Item	Descripcion	Modelo	Serie Maquina	Serie Motor	ID	Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
1	Excavadora	PC600LC-7	20162	115194	PC05	13.54	13.84	13.79	13.7

Tabla 5.2 Calculo de ahorro de combustible.

Descripción	gal/h	%
Excavadora estandar fabrica	15.2	
Despues de la instalacion del sistema accesorio para altura	13.7	
Disminucion (ahorro)	1.5	9.9%

5.2 VISCOSIDAD Y CONTENIDO DE HOLLIN EN EL ACEITE DE MOTOR

Observamos que después que se instala el sistema accesorio para altura, los valores del hollín disminuye a rangos por debajo del mínimo y como consecuencia la viscosidad del aceite del motor no llega a valores críticos en un periodo de 250 horas.


		RPT : REPORTE HISTORICO: PC600LC-7 05 - MOTOR PC							
		Pag : 1 / 1							
Modelo:	EXCAVADORAS/KOMATSU/PC-600-05	Equipo:	PC600LC-7 05	Origen:	MOTOR PC	NORMAL			
Lubricante:	RX 15W40	Capacidad (GL.):	11.00	Fecha Recep.:	08/09/06				
FECHA MUESTREO:	26/07/2006	29/07/2006	07/08/2006	16/08/2006	21/08/2006	27/08/2006	01/09/2006	08/09/2006	
NRO. LABORATORIO	0000001860	0000001881	0000002013	0000002159	0000002210	0000002307	0000002370	0000002473	
LUBRICANTE:	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	
RELLENO (GL.):	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
EQUIPO (Hr./Km.)	1838.00	1873.00	2025.00	2171.00	2250.00	2360.00	2409.00	2522.00	
ACEITE (Hr./Km.)	116.00	30.00	108.00	254.00	76.00	190.00	235.00	84.00	
Hierro (ppm)	19	21	6	20	4	10	20	8	
Aluminio (ppm)	2	6	2	3	1	3	0	2	
Silicio (ppm)	6	7	2	7	2	7	5	5	
Cobre (ppm)	6	5	2	7	2	3	10	7	
Plomo (ppm)	4	6	0	1	0	0	8	3	
Cromo (ppm)	2	2	0	0	0	0	1	0	
Viscosidad a 100 °C	17.97	17.43	14.53	14.72	13.74	14.06	14.38	13.89	
Dilucion (%Vol)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Agua (% Vol)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	
TBN (mgr KOH/g)	7.80	7.80	8.00	7.70	8.40	8.10	8.00	8.30	
Hollin	1.00	1.00	0.70	0.90	0.60	0.80	0.80	0.70	
ESTADO	CRITICO	ALERTA	NORMAL	ALERTA	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	

Fig. 5.1 Reporte histórico de análisis de aceite de la PC05, después de la instalación del sistema accesorio para altura.

Fuente: Laboratorio Shell, Mina COMARSA.

Tabla 5.3 Resumen de los resultados históricos exportados a Excel.



Resultados Analisis de Aceite - Excavadora PC600LC-7 (PC05)

Compartimiento: Motor

Marca: Komatsu

Modelo: SA6D140E.3

Serie: 115194

Condición: Con kit de altura

Fecha Instal.: 31.Jul2006 (1,917 hrs.)

Leyenda	
Precaución	
Critico	

Fecha Muestreo	29-jul-06	07-ago-06	16-ago-06	21-ago-06	27-ago-06	01-sep-06	08-sep-06	20-sep-06	02-oct-06	04-oct-06	Severidad Komatsu	
											Precaucion	Critico
Lubricante	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40	RX 15W40		
Relleno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Equipo Hrs.	1873	2025	2171	2250	2360	2409	2522	2720	2935	2970		
Aceite Hrs.	30	108	254	76	190	235	84	250	235	250		
Hierro	21	8	20	4	10	20	8	6	20	20	30	40
Aluminio	6	2	3	1	3	0	2	1	4	4	10	15
Silicio	7	2	7	2	7	5	5	2	7	7	7	15
Cobre	5	2	7	2	3	10	7	21	77	78	15	20
Plomo	6	0	1	0	0	8	3	5	9	9	20	30
Cromo	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	5	10
Viscosidad@100°C cst.	17.43	14.53	14.72	13.74	14.06	14.38	13.89	14.42	14.83	15.17	12	16
Dilucion (%Vol)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50%	3%
Agua (%Vol)	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	0.20%	0.20%
Dispersancia	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular		
TBN (mgr KOH/g)	7.8	8	7.7	8.4	8.1	8	8.3	8.1	8	7.9	Minimo 5	Minimo 5
TAN (mgr KOH/g)											3.5	Max 4.5
Hollin	1	0.7	0.9	0.6	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8	1	1.5
Estado	Alerta	Normal	Alerta	Normal	Alerta	Normal	Normal	Critico	Critico	Critico		

Fuente: Laboratorio Shell, Mina COMARSA.

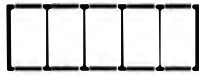
5.3 EVALUACION PM CLINICA

Después de la instalación del sistema accesorio para altura, se procedió a evaluar la excavadora en forma completa Pm Clinica para verificar la mejora en sus parámetros. Asimismo fabrica recomendó disminuir la presión de alivio del sistema hidráulico (350 kgf/cm²) en un 10%, es decir se ajustó a 315 kgf/cm². La explicación que dio fábrica fue: que la curva de demanda de potencia hidráulica no esté cerca de la curva de potencia de motor y se mantenga con la tolerancia de fábrica.

Tabla 5.4 Pm Clínica - comparativo con el sistema accesorio instalado.





Pm-CLINICA DE SERVICIO PC600, PC600LC-7



INSPECCION DE HORA

<input type="checkbox"/> PC600-7	NUMERO DE SERIE DE LA MAQUINA
<input type="checkbox"/> PC600LC-7	20169
	NUMERO DE SERIE DEL MOTOR
	115194

N° DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	FECHA DE EJECUCION	HOROMETRO	INSPECTOR
	AÑO: 06 MES: 04 DIA: 05	26:07 h	C.Salazar

ENTREVISTA CON EL OPERADOR Y RECORRIDOS DE COMPROBACION ALREDEDOR DE LA MAQUINA			Bueno	Malo
¿Hay alguna anomalía antes de comenzar la inspección?				
NO				
¿Cuál es el nivel máximo de la temperatura de agua al motor?	¿Cuál es el nivel máximo de la temperatura del aceite hidráulico?(Durante el trabajo)	Temperatura de Ambiente	✓	
 BWP10817	 BWP10818	Máximo : 18 °C Mínimo : 9 °C Altura : 3500 m		✓

Elementos de medicion	Condicion	Unidad	Valor estandar para una maquina nueva	Valor limite de servicio	Resultados Valores Iniciales	Con Accesorio para Altura	Bueno	Malo
1.Velocidad del motor(modos A)	Ralentí	Rpm	775 -825	775 - 825	802	800	✓	
	Velocidad alta sin carga(*1)		1900-2000	1900 - 2000	1952	1980	✓	
	Motor calado		1670 - 1870	1670 - 1870	1825	1780	✓	
			Min. 1780	Min. 1780	1787	1730	✓	
			Min. 1730	Min. 1730	1752	1700	✓	
	Medio de velocidad alta sin carga A. Eleve el aguilón para aliviar.	KPa (mmH ₂ O)	Max. 1.47 (Max. 150)	2.94 (300)	50	50	✓	
3. Presion del aceite del motor	Velocidad alta sin carga	15W40	0.34 - 0.54 (3.5 - 5.5)	0.21 (2.1)			✓	
		SAE10W	0.29 - 0.49 (3.0 - 5.0)	0.18 (1.8)	-		✓	
		15W40	Min. 0.12 (Min. 1.2)	0.08 (0.8)	3.5	3.5	✓	
		SAE10W	Min. 0.10 (Min 1.0)	0.07 (0.07)	-		✓	
4. Presión del turbo	Velocidad alta sin carga Ponga en ON el interruptor para	KPa (mmHg)	Max. 1.27 (Max. 950)	1.07 (800)	950	940	✓	
5. Temperatura del escape	Velocidad alta sin carga Modo A	Temperatura de escape	Max. 650	700	750	650	✓	
		Temperatura de ambiente	-	-	12	12	✓	

*1: Gire el interruptor de traba del giro en posición "ON" y empuje suavemente la palanca de control de giro (no alivie)

2.PTO	1. Inspeccion visual del colador	-	No haya polvo metalico obstruyendo	✓	✓		
	2. Revise la etiqueta termica del rodamiento centrado	°C	120°C rango no debe ser negro	✓	✓		


3. Velocidad del equipo del trabajo	1.Elevar el aguilón	Velocidad alta sin carga Modo A Giro. Tiempo de medicion para 5 vueltas despues de 1 Traslado: Elevar carga de Cualquier lado	seg.	4.4 - 5.4	Max. 5.9	5.1	5.1	✓	
	2.Bajar el aguilón.			3.2 - 4.0	Max. 4.4	3.6	3.6	✓	
	3.Mover el brazo adentro			4.8 - 5.8	Max. 6.3	5.3	5.3	✓	
	4.Mover el brazo adentro.			3.5 - 4.3	Max. 4.7	3.9	3.9	✓	
	5.Repliegue del cucharón.			2.8 - 3.6	Max. 4.0	3.3	3.3	✓	
	6.Descargar del cucharón			3.1 - 3.9	Max. 4.3	3.3	3.3	✓	
	7.Gire 5 veces			34 - 38	Max. 40	35.7	35	✓	
				PC600LC-7	35 - 43	35 - 43		✓	
				PC600LC-7	37 - 46	37 - 46	42.7	42	✓
				PC600LC-7	35 - 43	35 - 43	42.7	42	✓



Pm-CLINICA DE SERVICIO PC600, PC600LC-7

Elementos de medición		Condición		Unidad	Valor estandar para una maquina nueva	Valor llmite de servicio	Resultados Valores Iniciales	Con Accesorio para Altura	Bueno	Malo
1. Presion de la bomba delantera	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Aliviar Brazo afuera	MPa (Kg/cm ²)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	340	310	✓		
		Aliviar Brazo adentro		33.34 – 35.79 (340 – 365)	33.34 – 35.79 (340 – 365)	360	330	✓		
		Aliviar traslado lZQ.		35.30 – 37.75 (360 – 385)	35.30 – 37.75 (360 – 385)	370	340	✓		
		Aliviar el giro izquierdo.		28.93 – 30.89 (295 – 315)	28.93 – 30.89 (295 – 315)	315	290	✓		
2. Presion de la bomba trasera	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Aliviar el giro derecho.		28.93 – 30.89 (295 – 315)	28.93 – 30.89 (295 – 315)	311	290	✓		
		Aliviar cucharon		30.89 – 33.34 (315 – 340)	30.89 – 33.34 (315 – 340)	340	310	✓		
		Elevar el aguilón para aliviar		33.34 – 35.79 (340 – 365)	33.34 – 35.79 (340 – 365)	360	330	✓		
3. Presion de control	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Aliviar el traslado DER		35.30 – 37.75 (360 -385)	35.30 – 37.75 (360 -385)	370	340	✓		
		Ponga las palancas de control en la posición neutral		3.14 – 3.43 (32 – 35)	3.14 – 3.43 (32 – 35)	28	28	✓		

1. Presion de salida de la válvula TVC	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Palancas de control en la posición Neutral.	MPa (Kg/cm ²)	2.05 – 2.45 (21 – 25)	Mln. 1.76 (Min. 18)	20	22	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el Interruptor HL		0.57- 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52- 1.25 (5.3 – 12.7)	13.5	13	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton		0.82 – 1.22 (8.4 - 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 - 11.9)	10	10	✓	
2. Presion de salida de la válvula CO + NO delantera.	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Palancas de control en la posición Neutral.		Max. 0.4 (Max. 4)	Max. 0.55 (Max. 5.5)	4.0	4	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el Interruptor HL		0.57- 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52- 1.25 (5.3 – 12.7)	13	11	✓	
		Oruga levantada sin carga y palanca al final de carrera		Mln. 1.7 (Mln. 17)	Mln. 1.7 (Mln. 17)	16.5	18	✓	
3. Presion de salida de la válvula CO + NO trasera	Temperatura de aceite: 45-55°C Modo A Velocidad alta sin carga	Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton		0.82 – 1.22 (8.4 – 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 – 11.9)	12.5	12	✓	
		Palancas de control en la posición Neutral.		Máx.0.4 (Máx. 4)	Máx.0.55 (Máx. 5.5)	4	4	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Ponga en OFF el Interruptor HL		0.57 – 1.30 (5.8 – 13.2)	0.52 – 1.25 (5.3 – 12.7)	8	11	✓	
		Oruga levantada sin carga y palanca al final de carrera		Máx 1.7 (Máx. 17)	Máx 1.7 (Máx. 17)	17	18	✓	
		Elevar el aguilón para aliviar. Interruptor Heavy Lifton		0.82 – 1.22 (8.4 – 12.4)	0.77 – 1.17 (7.9 – 11.9)	8.5	11	✓	

6.	Deslizamiento hidráulico del equipo de trabajo	Temperatura de trabajo, lugar nivelado, motor parado, palancas en neutro, medir entre 5 y 15 minutos		Mm	Máx. 1,200	Máx. 1,800	450	450	✓	
----	--	--	---	----	------------	------------	-----	-----	---	--

7.	Colador del tanque hidráulico	Revise el colador visualmente (para partículas metálicas, astillas de caucho)		No debe haber exceso de partículas metálicas o material extraño.	Visual	Visual	✓		
----	-------------------------------	---	--	--	--------	--------	---	--	--

5.4 EVALUACION DE TIEMPOS DE CICLO CON CARGA

Después de haber realizado el Pm Clínica de Servicio en el taller, se coordinó con operaciones para trasladar la excavadora al tajo Sacalla y tomarle tiempos de ciclo con carga en volquetes. Y para ellos se solicitaron cinco (05) volquetes de 15 m³ similar a lo realizado en la evaluación inicial.

Los resultados fueron:

Tabla 5.5 Registro de los tiempos de ciclo y producción.

Parametros	Medicion
Tiempo promedio del ciclo (s) (*)	20
Pases promedio por camion	4
Tiempo promedio total de carga (s)	80
Tiempo promedio total de carga (min)	1.3
Volumen promedio cargado por camion (m ³) (*)	15
Densidad del material (t/m ³)	1.6
t/Camion	24.0
m ³ /h	675.0
t/h	1,080.0

(*) Promedio calculado con 5 volquetes.

El tiempo promedio del ciclo de carga registrado fue de 20 segundos, se comparó con el tiempo estándar recomendado por fábrica (Tabla 3.6) y el valor estaba en el límite. Al consultarle al Ing. Carlos Ceballos Gerente de Territorio de KLC (Komatsu Latin American Corp.) indicó que estaba correcto para las condiciones de operación de la excavadora.

CAPITULO VI

EVALUACION DE COSTOS Y BENEFICIOS DESPUES DE HABER INSTALADO EL SISTEMA ACCESORIO PARA TRABAJO EN ALTURA

6-1 AHORRO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

De acuerdo a la Tabla 5.2, la disminución (ahorro) del consumo de combustible fue de 1.5 gal/h y de acuerdo a la Tabla 2.2, la excavadora trabaja un promedio de 488.9 horas/mes, el cálculo del ahorro se muestra en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Ahorro anual en combustible.

Descripción	Ahorro (gal/h)	Promedio (h/mes)	Precio diesel (US\$/gal)	Ahorro Mensual (US\$)	Ahorro Anual (US\$)
Excavadora PC600LC-7	1.5	488.9	5.0	3,666.8	44,001.0

6.2 AHORRO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El motor ya no eliminada humo negro y los cambios del "kit de Mantenimiento del motor" se comenzaron a realizar cada 250 horas. En los reportes de análisis de aceite de motor, enviados por el laboratorio Shell, se observaba disminución en el contenido de hollín (%), lo mismo que en la viscosidad (cst), como se observa en las fig. 6.1 y 6.2.

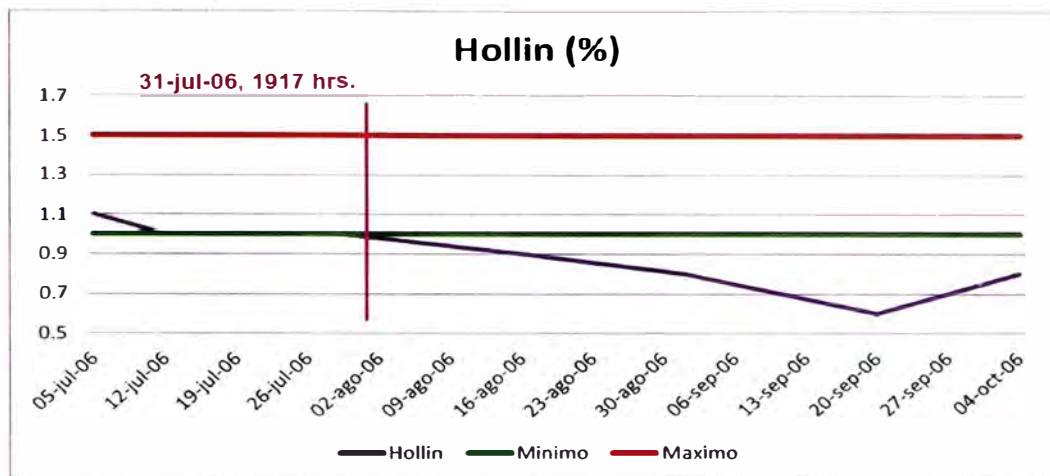


Fig. 6.1 Curva del contenido de hollín (%)

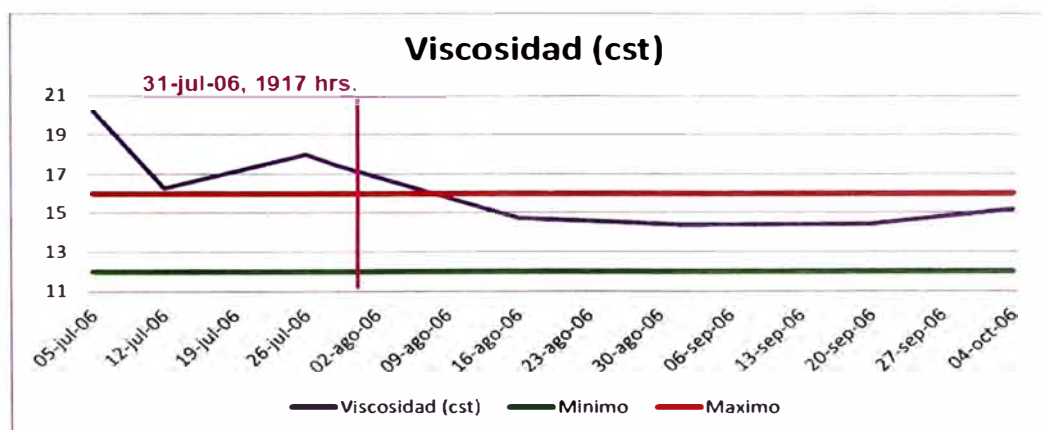


Fig. 6.2 Curva de la viscosidad (cst)

El mantenimiento preventivo de 250 horas consiste en:

- Revisar los niveles de los mandos finales y verificar que los tapones magnéticos no tengan partículas.
- Revisar el nivel del electrolito de las baterías
- Revisar, limpiar el colador del tanque de combustible
- Revisar, ajustar el templado de la cadena

- Revisar las fajas del ventilador
- Revisar las fajas del compresor del aire acondicionado
- Inspección general de los elementos de desgaste (uñas, adaptadores, cantoneras)
- Inspección general de la máquina por fugas
- Lubricar el circulo de giro y todos los puntos de engrase
- Toma de muestra de los compartimentos
- Cambio de filtro y aceite de motor

El “kit de mantenimiento del motor” consiste en:

- Un (01) filtro de aceite de motor (P/N 600-211-1340)
- Aceite de motor, 37 ltr. (9.8 U.S. gal.)

El mantenimiento de 250 horas lo realizan dos técnicos calificados en un periodo de 4 horas. La hora-hombre del mecánico era de US\$/h 35.00.

Tabla 6.2 Costo del Kit de Mantenimiento Preventivo de 250 h.

Kit Mant. de 250 horas	Cant.	Precio Unitario(US\$)	Total US\$)
Filtro de aceite de motor	1	38	38.0
Aceite de motor (9.8 gal)	9.8	36	352.8
Mano de obra (HH)	8	35	280.0
Total			670.8

Tabla 6.3 Ahorro anual en Mantenimiento Preventivo.

Descripción	Horas/mes	Cambios/mes	Kit de Mant. 250 h (US\$)	Costo (US\$/mes)	Costo (US\$/año)
Excavadora Estandar (c/200 hrs.)	488.9	2.44	670.0	1,637.8	19,653.8
Excavadora con sistema accesorio para altura (c/250 hrs.)	488.9	1.96	670.0	1,310.3	15,723.0
			Ahorro	327.6	3,930.8

6.3 EVALUACION DE TIEMPOS DE CICLO CON CARGA

El tiempo de ciclo mejoro al valor límite recomendado por fábrica, por lo tanto eran tres segundos, que la excavadora estaba dejando de producir en cada ciclo de trabajo, en cifras representaba 13% menos en la producción.

Tabla 6.4 Comparativo de los tiempos de ciclo con carga.

Parametros	Medicion	Despues	Delta	%
Tiempo promedio del ciclo (s)	23	20	3	
Pases promedio por camion	4	4		
Tiempo promedio total de carga (s)	92	80	12	
Tiempo promedio total de carga (min)	1.5	1.3	0.2	
Volumen cargador promedio por camion (m3)	15.3	15.3		
Densidad del material (t/m3)	1.6	1.6		
t/Camion	24.5	24.5		
Producción (m3/h)	598.7	688.5	89.8	13.0%
Producción (t/h)	957.9	1101.6	143.7	13.0%

6.4 MEJOR RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

- No habían quejas de los operadores respecto a falta de potencia (no presentaba lentitud).
- Mejoró la relación aire/combustible, no presentaba exceso de humo negro a la salida de la tubería de escape.

- Disminuyó el consumo de combustible.
- Disminuyó el contenido de hollín y la viscosidad (reportes de análisis de aceite).
- Mejoró el tiempo de cada ciclo de carga en tres (03) segundos.

6.5 AHORRO DE COSTOS EN LA OPERACIÓN

El ahorro en costos operacionales, estaba dado por: el combustible diésel y los mantenimientos preventivos.

Tabla 6.5 Ahorro total (US\$/año).

Descripcion	Ahorro anual (US\$)
En consumo de combustible	44,001.0
En mantenimiento preventivo	3,930.8
Total	47,931.8

OBSERVACIONES

1. Desde un inicio el cliente observo que la excavadora no estaba operando correctamente, es decir había presencia de humo negro y falta de potencia (fuerza) reportado por los operadores.
2. La excavadora hidráulica Komatsu está fabricada para que trabaje eficientemente en cualquier operación (minería, construcción, cantera) y a diferentes altitudes. El motor de la excavadora Komatsu PC600LC-7 excedió sus límites de auto compensación por altura, por lo que requería instalar el sistema accesorio para altura.
3. La presencia de humo negro durante la operación, es un indicador de mezcla rica, es decir el motor no está quemando todo el combustible inyectado, por lo tanto la relación aire/combustible no es el adecuado para esa condición de operación.
4. Al calcular el ratio de combustible (gal/h) antes de instalar el sistema accesorio para altura, se verifico que la excavadora tenía exceso en el consumo de combustible, comparado con la recomendación de fábrica Komatsu.
5. El tiempo de respuesta de fábrica ante la falla presentada, estuvo dentro de un tiempo aceptado, tomando en cuenta que fabrica tenían que hacer

cálculos de ingeniería y adaptarlo a las condiciones de la operación de COMARSA.

6. El alto contenido de hollín y la alta viscosidad en el aceite de motor, no se hubiera detectado oportunamente si no se disponía del laboratorio de análisis de aceite de Shell, el cual emitía reportes en un tiempo máximo de una hora.
7. Con la instalación del sistema accesorio para altura, las rpm del motor y la temperatura de los gases de escape en condición de “calado” (simulación de máxima carga), disminuyeron a valores estándares recomendados por el fabricante.
8. El alto contenido de hollín y sobretodo la alta viscosidad en el aceite del motor es perjudicial para la vida del motor.

CONCLUSIONES

1. En la excavadora PC600LC-7 con motor diésel (sistema de inyección electrónica) que está equipado con el sistema de auto compensación hasta los 2,300 msnm, trabajar sobre esta altitud requiere un sistema accesorio para altura, para compensar el exceso de combustible inyectado y controlar las temperaturas de los gases de escape.
2. El sistema accesorio para altura recomendado por fábrica, instalado en el motor, mejoró notablemente el rendimiento de la excavadora, controlando las variables que no eran auto compensadas en el motor como: temperatura de gases de escape y caída de la curva de potencia.
3. Con la información alcanzada por la mina COMARSA (condiciones de operación, evaluación de parámetros y reportes de análisis de aceite) y comunicada a fábrica, Komatsu pudo hacer el cálculo de ingeniería del sistema accesorio para altura y dar solución al problema.
4. Un factor que también contribuyó para mejorar el rendimiento de la excavadora, fue la recomendación de fábrica, que indicaba disminuir la presión de alivio del sistema hidráulico en un 10%. Esto permite mantener una tolerancia de separación entre las curvas de potencia hidráulica y la curva de potencia de motor.

5. Después de instalar el sistema accesorio para altura, los beneficios económicos en costos operacionales fueron: el ahorro en los mantenimientos preventivos y en el consumo de combustible.
6. Tener todos los parámetros dentro de lo que especifica el fabricante garantiza una óptima operación en la faena y también ayuda en la conservación y durabilidad de la maquinaria.
7. El tiempo de ciclo de carga promedio mejoro en tres (03) segundos, es decir había un 13% de mineral que se dejaba de producir, por la lentitud de la excavadora.
8. El sistema accesorio para altura instalada y probada en la excavadora, permitió que Komatsu instale ese mismo sistema desde fábrica Japón para las otras dos excavadoras que fueron pedidas.
9. Komatsu estandarizo este sistema para altura, para las siguientes versiones de la excavadora PC600LC para los mercados principalmente de Chile y Perú donde la geografía minera es de gran altitud.
10. El área de operaciones de COMARSA, ayudo mucho facilitando la máquina para las pruebas, lo mismo que la disposición del laboratorio para los análisis de aceite, el cual permitió realizar un buen monitoreo de condiciones (reportes, tendencias) desde el inicio de la falla hasta la solución.

BIBLIOGRAFIA

1. Installation Manual, Modificaction Procedure to High Altitud Specification for PC600-7 y PC600LC-7, Reference N° BT03036B
2. Manual de Taller, Motor Diesel, Serie 6D140-3
3. Shop Manual Komatsu, PC600-7 y PC600LC-7, S/N 20001-up
4. Operation & Maintenance Manual, Galeo PC600-7 y PC600LC-7, S/N 20001-up
5. Komatsu Brochure, Hydraulic Excavator PC600LC-7
6. Komatsu Specification & Application Handbook, Edition 30
7. Página web: www.comarsa.com.pe

ANEXO 1

ANEXO 2

INSTALLATION MANUAL

REF NO.	BT03036B
DATE	Oct. 13, 2005
(C)	Page 1 of 13

This INSTALLATION MANUAL supersedes the previous issue No. BT03036A dated Oct. 4, 2004 which should be discarded.

SUBJECT: MODIFICATION PROCEDURE TO HIGH ALTITUDE SPECIFICATION FOR PC600-6, PC600-7 AND PC600LC-7

PURPOSE: \triangle To introduce local modification procedure for the PC600-6 hydraulic excavators into the high altitude spec. machine

APPLICATION: PC600-6 Hydraulic Excavators, Serial Nos. 11001 and up
 \triangle PC600-7 Hydraulic Excavators, Serial Nos. 20001 and up
 \triangle PC600LC-7 Hydraulic Excavators, Serial Nos. 20001 and up

FAILURE CODE: A010Z9

DESCRIPTION:

1-1. Introduction

This Installation Manual will introduce a local modification procedure for the PC600-6 hydraulic excavators into the high altitude spec. machine.

Order the local modification parts by use of the following Sales Code.

Modification kit into the high altitude spec. engine: Sales Code 7RB07-A (Including machine related parts and engine related parts)

\triangle Modify PC600-7 and PC600LC-7 as well in accordance with this Service News. Prepare the high altitude specification ENG modification kit and the parts covered by the sales code 7RB07-C (including machine-related and engine-related parts) for the field modification.

1-2. Revised places:

1 place \triangle	Oct. 4, 2004	Parts number writing error was corrected.
8 places \triangle	Oct. 13, 2005	Addition of Type 7 of the models.

2. Contents of this Installation Manual


List of parts (engine related parts)	Pages 2 and 3
List of parts (machine related parts)	Page 4
How to order the necessary engine parts	Page 5
Details of the modifications and installation procedure (engine related parts)	Pages 6 thru 9
Installation procedure (machine related parts)	Pages 10 thru 13

3. List of parts
Engine related parts

No.	Part No.	Part Name	Q'ty	Remarks
1	6505-65-5170 (6505-65-5020)	Turbocharger (Turbocharger)	1 (1)	
2	6218-11-5830 (6218-11-5830)	Gasket (Gasket)	1 (1)	} Consumable parts
3	6151-51-8151 (6151-51-8151)	Gasket (Gasket)	1 (1)	
4	6151-51-8161 (6151-51-8161)	Gasket (Gasket)	1	
5	07005-01412 (07005-01412)	Gasket (Gasket)	2 (2)	
6	6127-51-6822 (6127-51-6822)	Gasket (Gasket)	1 (1)	
7	02895-77075 (02895-77075)	O-ring (O-ring)	2 (2)	
8	6217-61-8760	Joint	2	
9	01252-31035	Bolt	4	
10	6164-62-8230	Plate	2	
11	6164-62-8241	Gasket	4	
12	01435-01025	Bolt	4	
13	6217-61-8720	Tube	1	
14	07206-31014 (07040-11409)	Joint (Joint)	2 (2)	
15	07005-01412 (07005-01412)	Gasket (Gasket)	4 (4)	Consumable parts
16	6218-61-8720	Tube	1	
17	07206-31014	Joint	3	
18	07005-01412	Gasket	6	
19	6151-53-8280	Clip	1	
20	01435-01020	Bolt	1	
21	6215-71-4940	Clip	1	
22	01435-01014	Bolt	1	
23	6218-61-8750	Plate	1	
24	01436-01035 (01436-01015)	Bolt (Bolt)	1 (1)	
25	6218-61-8740	Block	1	

No.	Part No.	Part Name	Q'ty	Remarks
26	6218-61-8730	Block	1	
27	6152-51-5880 (6211-11-9590)	Spacer (Spacer)	1 (1)	
28	6134-12-5120	Spacer	1	
29	01436-01085 (01435-01045)	Bolt (Bolt)	1 (1)	
30	01435-01050	Bolt	1	
31	01435-01065 (01435-01016)	Bolt (Bolt)	1 (1)	
32	6141-71-1710	Joint	1	
33	6218-11-6670 (6218-11-6650)	Tube (Tube)	1 (1)	
34	07206-30710	Joint	1	
35	07005-01012	Gasket	2	Consumable parts
36	07003-01015 (07003-01015)	Gasket (Gasket)	3 (3)	
37	6217-61-8730	Bracket	1	
38	195-01-16420	Spacer	1	
39	01436-01015	Bolt	1	
40	01640-21016	Washer	2	
41	600-023-2340 (6162-85-2311)	Name plate (Name plate)	1 (1)	
42	04418-02550 (04418-02550)	Screw (Screw)	4 (4)	Consumable parts
43	7872-12-4100 (7872-10-4106)	Contoroller (Contoroller)	1 (1)	\triangle PC600-6
\triangle	7872-12-4400 (7872-20-4402)	Contoroller (Contoroller)	1 (1)	PC600-7, PC600LC-7

Machine related parts

No.	Part No.	Part Name	Q'ty	Remarks
A	21M-06-15910 (20Y-06-21441)	Switch (Switch)	1	Connector, Identification code: 601
B	21M-06-15920 (20Y-06-21441)	Switch (Switch)	1	Connector, Identification code: 602
C	21M-06-15930 (20Y-06-21441)	Switch (Switch)	1	Connector, Identification code: 603
D	21M-06-15940 (20Y-06-21441)	Switch (Switch)	1	Connector, Identification code: 604
E	209-60-51180 (17A-60-11310)	Cap (Cap)	1 (1)	
F	208-60-61420	Cover	1	
G	208-60-61430	Bracket	1	
H	01010-81230 (01010-81225)	Bolt (Bolt)	4 (4)	
I	205-60-71220	Lock ass'y	1	
J	104-03-41230 (20Y-03- 71170) 22110 	Cap (Cap)	1 (1)	

4. How to order the necessary parts

4-1. How to order the modification kit into the high altitude spec. engine

- When ordering the modification kit, employ the same ordering method as the ordering method for the separate machine related parts kit.

✱: Ordering channel · DB → Local office → Sales Department of International Division → Oosaka Plant → Oyama Plant

(The modification kit cannot be ordered by ordinary spare engine parts ordering method.)

Note 1: Since the engine controller of the kit is not conforming to the exhaust gas control regulations of the EPA and EU, it is necessary to change the engine nameplate to the one indicating non-conformity to the exhaust gas control regulations.

For this purpose, it is necessary to stamp the serial number of the engine on the nameplate indicating non-conformity to the exhaust gas control regulations at the Oyama Plant in advance. Therefore, be sure to specify the serial number of the engine on the order sheet.

Note 2: It is necessary to discard the nameplate indicating conformity to the exhaust gas control regulations which is currently being attached to the engine.

(It is necessary to attach a photograph evidencing the discard of the current engine nameplate.)

Refer to Section 6-2 on page 8 in this Installation Manual.

4-2. How to order the separate engine controller as a spare part

When ordering the separate engine controller as a spare part, advise the Serial No. of the engine to Parts Control Center via local office.

Parts Control Center will then advise it to Oyama Plant to confirm that the engine has been modified into the high altitude spec., and after confirming the above, your order will be accepted.

Since the high altitude spec. engine controller is not conforming to the exhaust gas control regulations of the EPA and EU, this engine controller will be supplied only to the engines to which the nameplate indicating non-conformity to the exhaust gas control regulations is being attached. (= Engines which have been modified into the high altitude spec.)

5. Details of the modification

5-1. The following changes will be made for the purpose of lessening the degree of engine output decrease and securing the reliability and durability of the engine while the engine is being used in high altitude areas.

No.	Changing parts	High altitude spec.	Standard spec.
1	Engine controller	1) Changing the fuel injection rate --- Refer to Note ※1. 2) Changing the fuel injection timing	—
2	Turbocharger	Water cooling type (+ Addition of cooling water piping)	Without water cooling system
3	Hydraulic tank cap Radiator cap	Changing the injection valve opening pressure	—
4	TVC	Adjusting the TVC setting	—

※1 Details of the fuel injection rate changes (Machine model selection connector selecting standard)

Ambient temperature (°C)	Altitude (m)	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500
		40	2	3	3	—	—	—	—	—
35	2	2	3	3	—	—	—	—	—	
30	1	2	2	3	3	—	—	—	—	
25	0	1	2	2	3	3	—	—	—	
20	0	0	1	1	2	3	3	—	—	
15	0	0	1	1	1	2	3	3	3	
10	0	0	1	1	1	2	2	3	3	
5	0	0	0	1	1	2	2	3	3	

Machine model selection connector No.	Part No. of the connector	Derate ratio (%)		Remarks (Identification code)
		Max. torque point	Rated point	
3	21M-06-15940	20	15	604
2	21M-06-15930	12.5	10	603
1	21M-06-15920	5	5	602
0	21M-06-15910	0	0	601

Machine model selection connector selecting example:
Use the machine model selection connector No. 3 when using the engine at the altitude of 4,000 m and in the maximum ambient temperature of 15°C.

5-2. Others

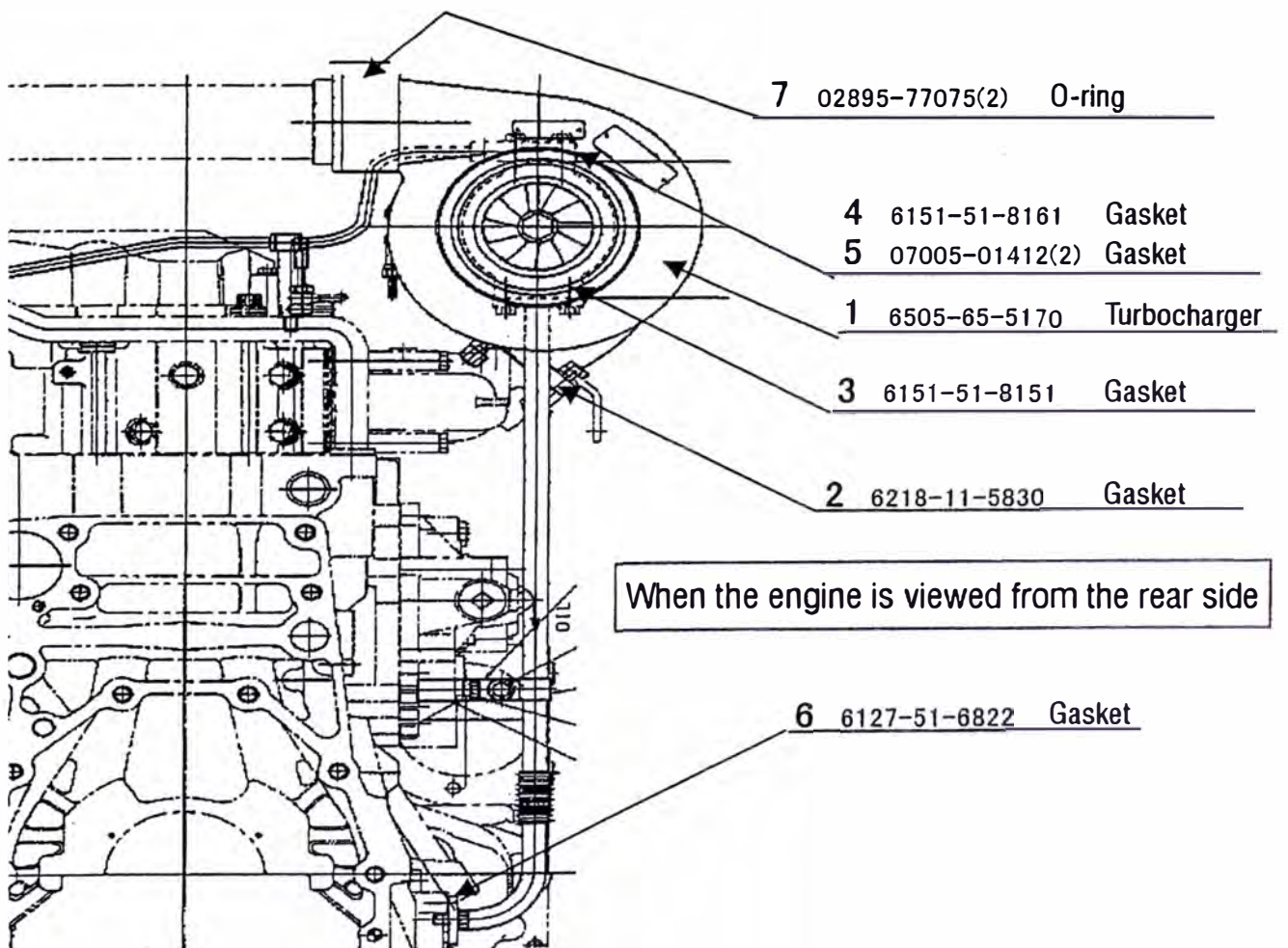
- There will be no problem even when the engine is used in areas with an altitude of less than 2,500 m.
- When the modification kit is installed, the machine will become non-conforming to the exhaust gas control regulations of the EPA and EU.
Therefore, it becomes impossible to use the machine in areas where the exhaust gas control regulations are effective.
Also, it is necessary to change the engine nameplate.

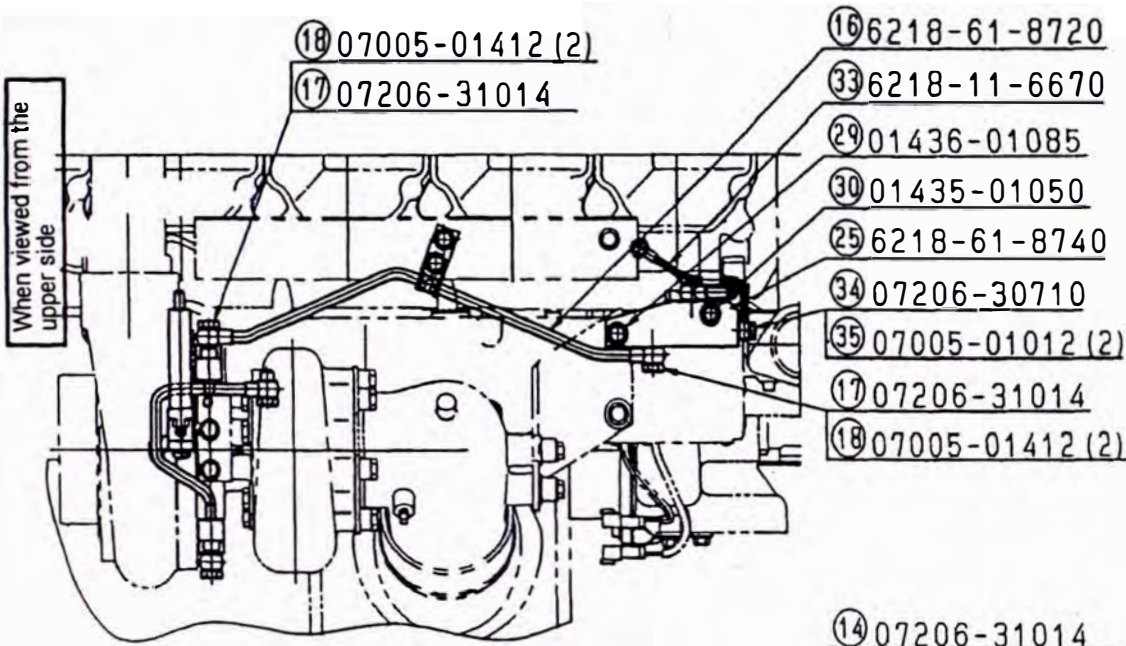
6. Installation procedure

6-1. Installation of the water cooling turbocharger

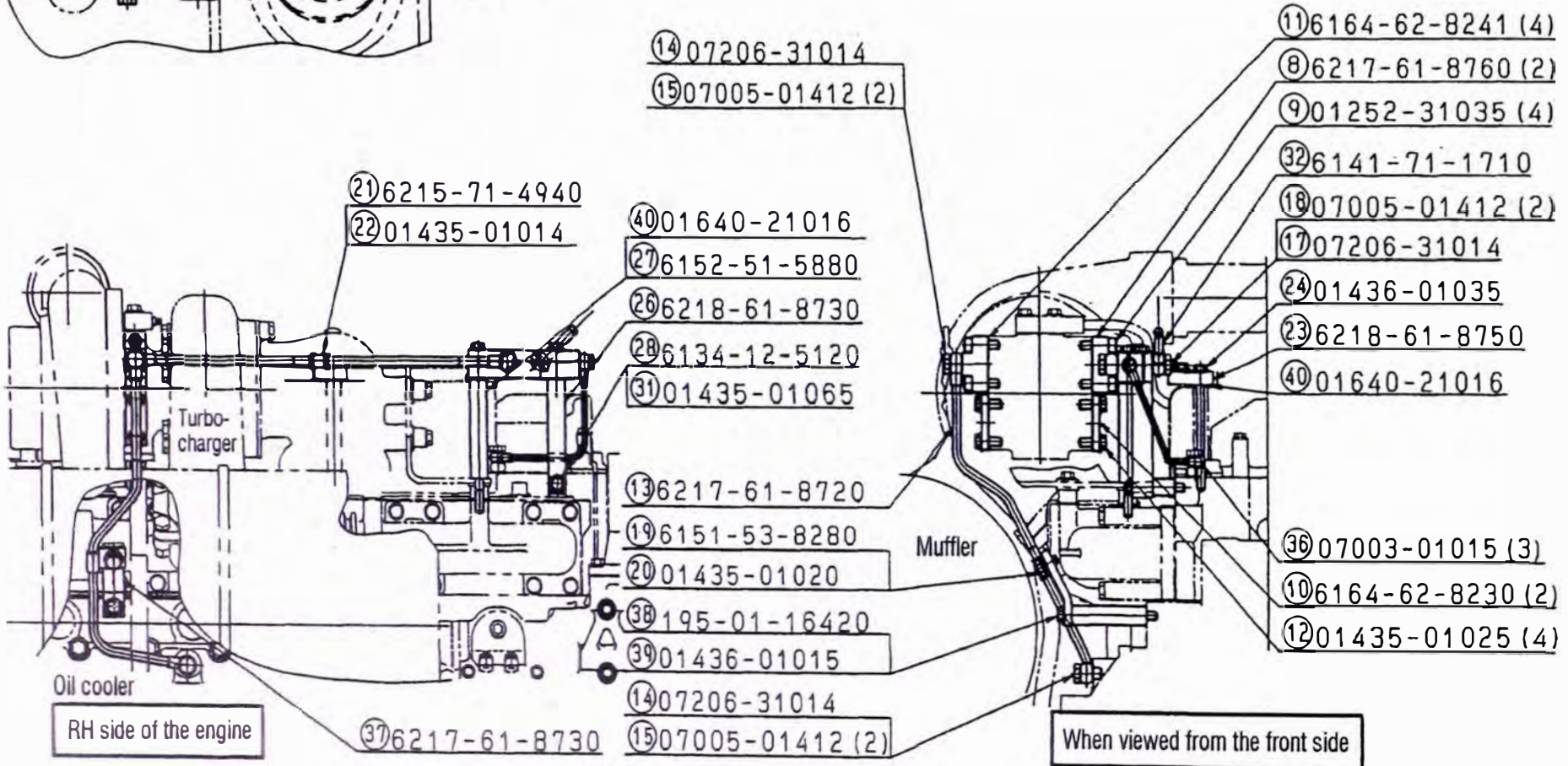
Replace the turbocharger with the water cooling turbocharger as per the instructions given in the drawing shown below and install the water piping as per the instructions given on the next page.

Refer to the Shop Manual regarding the tightening torque for the bolts and nuts in each section.



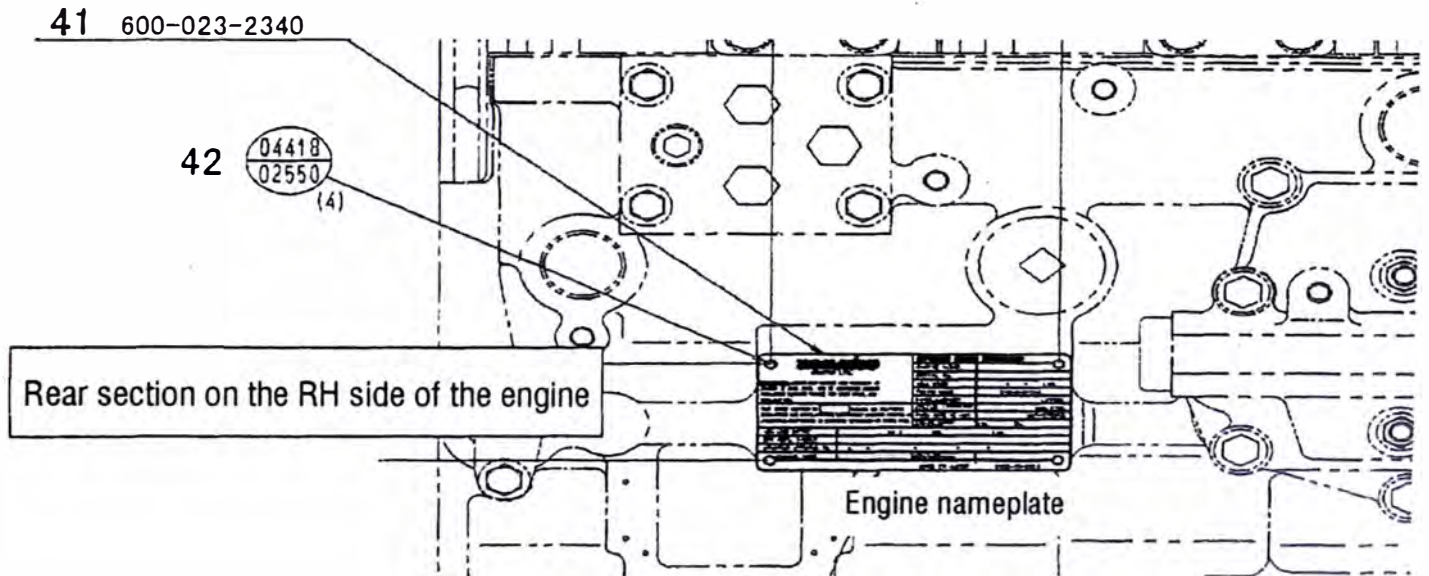


Refer to the Shop Manual regarding the tightening torque for the bolts.



6-2. Changing the engine nameplate

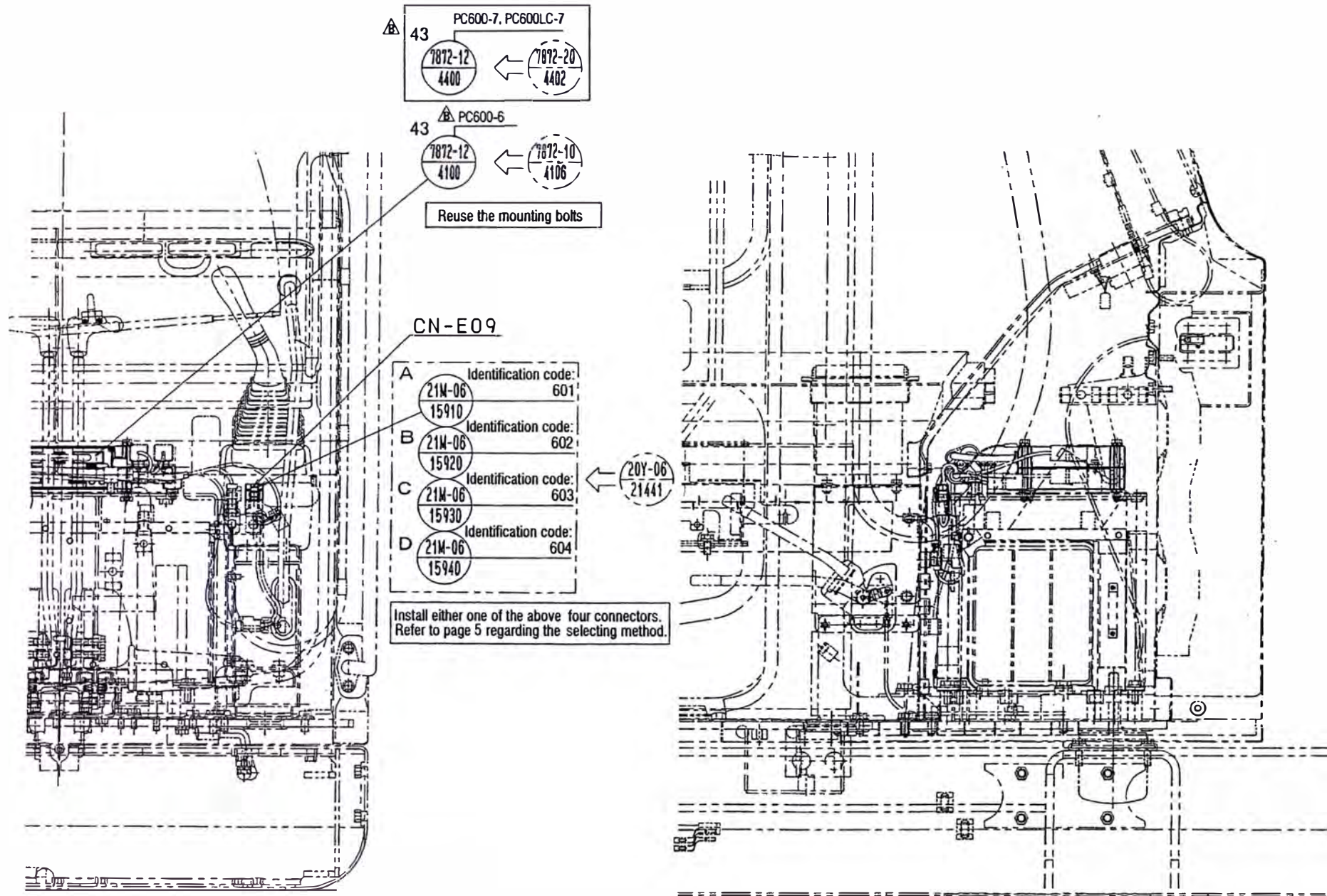
Change the engine nameplate as shown in the drawing below.



Regarding the current nameplate which has been removed, cut it into half using scissors, etc. so that it may not be used again and discard it.
Also, photograph the cut nameplate (main nameplate and auxiliary nameplate) and send the photograph to the following address.

To: Group Manager, Quality Assurance Section
Oyama Plant, Komatsu, Ltd.
No. 400 Yokokura shinden, Oyama-shi, Tochigi 323-8558, Japan.

6-3. Changing the engine controller and the machine model selection connector
Change the engine controller and the machine model selection connector as per the instructions given in the drawing shown below.

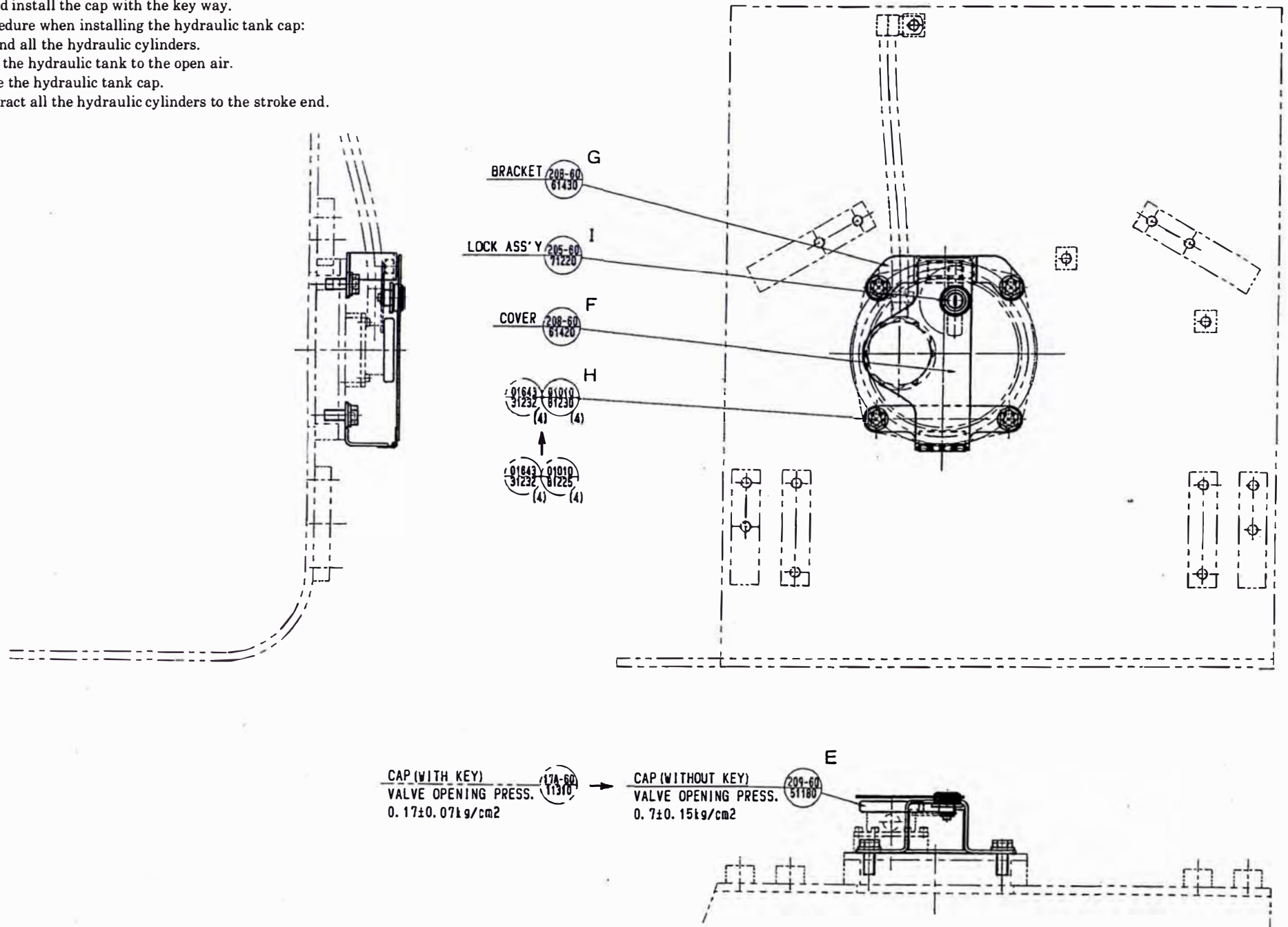


6-4. Changing the hydraulic tank cap

Change the hydraulic tank cap as per the instructions given in the drawing shown below and install the cap with the key way.

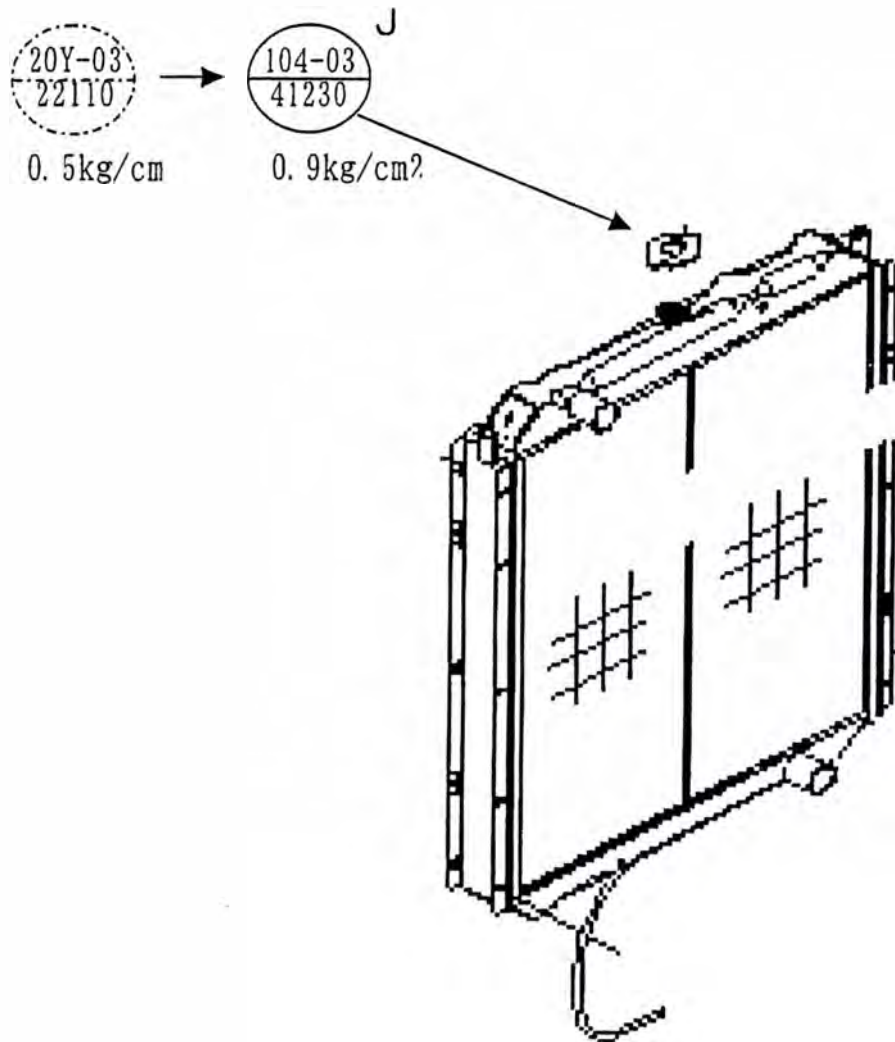
※ Procedure when installing the hydraulic tank cap:

1. Extend all the hydraulic cylinders.
2. Free the hydraulic tank to the open air.
3. Close the hydraulic tank cap.
4. Contract all the hydraulic cylinders to the stroke end.



6-5. Changing the radiator cap

Change the radiator cap as per the instructions given in the drawing shown below.



6-6. Adjusting the TVC setting

- 1) Put a match mark to the TVC valve adjust plug and record the setting height (H).
- 2) Holding the adjust plug (A) using a screwdriver, etc. so that it does not move, loosen the lock nut (B).
- 3) Loosen the adjust plug (A) and tighten the lock nut (B).
(When the adjust plug is loosened by 60°, 10 kg·m of torque down will be effected.)
(Tightening torque: 5.9 – 9.8 N·m (0.6 – 1.0 kg·m))
- 4) Check the revolution rate for the following while the engine is running at the rated rpm.
Arm digging relief: 1,780 rpm or more (DH mode)
- 5) In case the engine revolution down is excessive and when it is out of the specification, re-adjust the TVC setting.
(When the adjust plug is tightened (loosened) by 60°, 10 kg·m of torque up (down) will be effected.)

※ Do not loosen the setting height (H) any more than 31 mm.

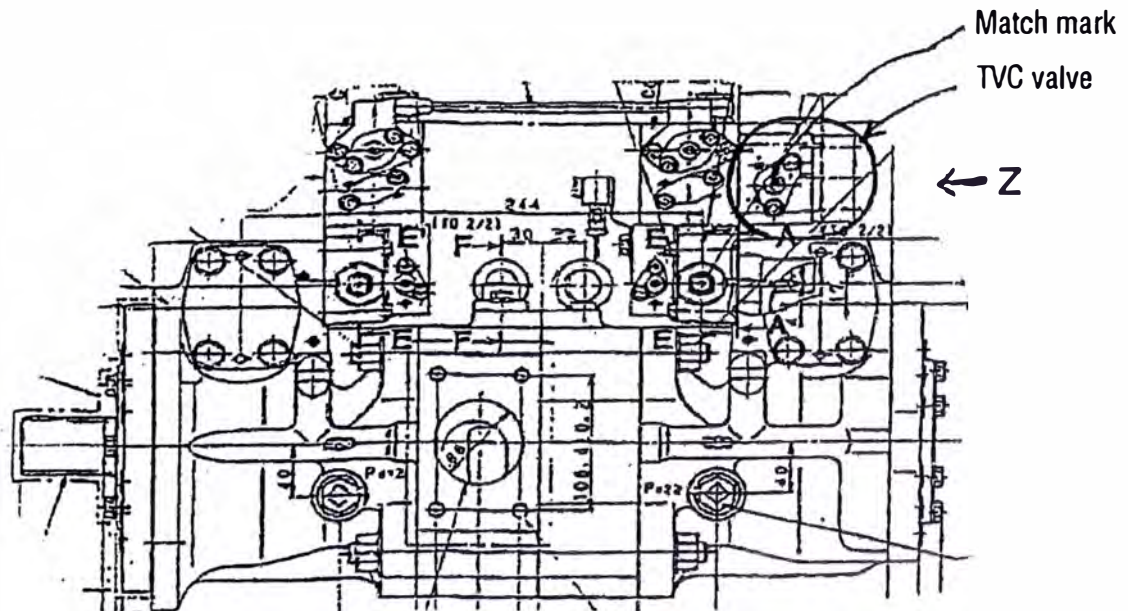


Fig. 1 No. 1 pump

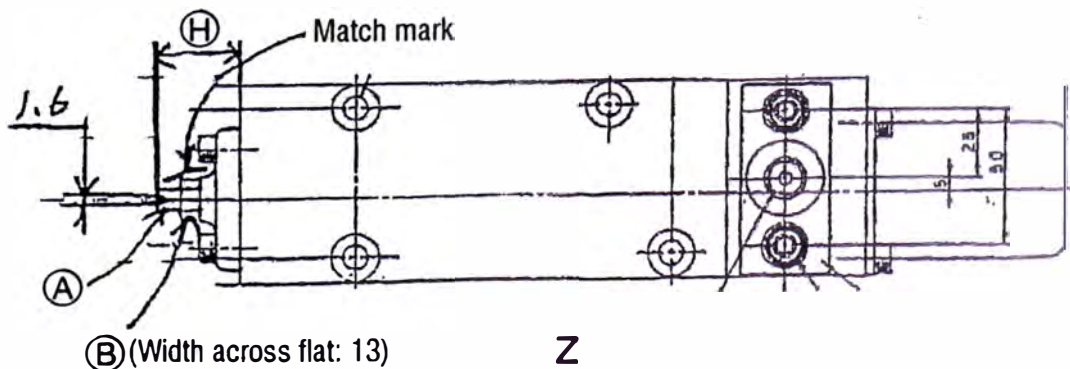


Fig. 2 No. 1 pump and TVC valve

KOMATSU®

PC600LC-7

FLYWHEEL HORSEPOWER

287 kW **385 HP** @ 1800 rpm

OPERATING WEIGHT

59600–60400 kg

131,393–133,160 lb

**PC
600
LC**



Photo may include optional equipment.

HYDRAULIC EXCAVATOR

GALEO

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR

WALK-AROUND

Productivity Features

- **Large digging force**
High operating efficiency with large digging force.
- **Heavy lift mode**
The heavy lift mode increases the lifting force by 8%.
- **Swing priority mode**
The swing priority mode improves efficiency for loading dump trucks.
- **Two boom settings**
Switch selection allows either powerful digging or smooth boom operation.
- **Fuel consumption** is reduced 12% with Economy Mode.
- **Large drawbar pull and steering force** provide excellent mobility.
- **Power Max Function**
This function temporarily increases digging force for added power in tough situations.
- **Excellent Swing Performance**
Two swing motors provide excellent torque and swing speed.
- **Protected hydraulic circuit**
The cool-running hydraulic system is protected with the most extensive filtration system available, including a high pressure in-line filter for each main pump.
- **Sturdy guards**
shield the travel motors against damage from rocks.
- **Highly Reliable Electronic Devices**
Komatsu designed electronic devices have passed severe testing.



Excellent Reliability and Durability

- **Strengthened boom and arm** have large cross-sections for maximum strength and reliability.
- **O-ring face seals** are used at critical hydraulic connections.

Simplified Maintenance

- The replacement interval of the new hydraulic filter is 1,000 hours.

FLYWHEEL HORSEPOWER
287 kW 385 HP @ 1800 rpm

OPERATING WEIGHT
59600–60400 kg
131,393–133,160 lb

Advanced monitor features



- Machine conditions can be checked with Equipment Management Monitoring System (EMMS).
- Two working modes combine with heavy lift mode for maximum productivity.

Harmony with Environment

- Low emission engine
Powerful turbocharged and after-cooled Komatsu SA6D140E-3 engine provides 287 kW **385 HP**. The engine is EPA Tier 2 emission certified without sacrificing power or machine productivity.

Large Comfortable Cab

- Low noise and vibration with new style cab damper mounting system.
- The new large cab is comfortable and provides excellent visibility.
- Large-capacity automatic air conditioner is standard.
- The pressurized cab prevents external dust from entering.



Photo may include optional equipment.

Large handrail, step, and catwalk

provide easy access to the engine and hydraulic equipment.



Komatsu's highly productive, innovative technology, environmentally friendly machines built for the 21st century.

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR

PRODUCTIVITY FEATURES

High Production and Low Fuel Consumption

Engine

The PC600LC-7 gets its exceptional power and work capacity from the Komatsu SA6D140E-3 engine. Output is 287 kW **385 HP**. The fuel consumption can be reduced by 12% when using Economy Mode. The engine is EPA Tier 2 emission certified.

Large Digging Force

Thanks to the high engine output and an excellent hydraulic system, this machine exhibits powerful digging forces.

Arm crowd force 25100 kg **55,340 lbs**
Bucket digging force 32300 kg **71,210 lbs**
(SAE rating)

Large Drawbar Pull and Steering Force

The PC600LC-7 has a large drawbar pull of 42300 kg **93,250 ft. lbs.** and a high steering force which results in a very high 70.97% drawbar pull/weight ratio. This provides excellent mobility. In addition, this machine is equipped with an automatic travel speed shifting system, which makes automatic hi/lo shifts.

Excellent Swing Performance

The twin-swing motor system of PC600LC-7 develops 21365 kg•m **154,481 lbs** of swing torque which provides excellent swing performance on slopes.

Excellent Machine Stability

Optimized machine weight distribution and wide track gauge provide excellent machine stability.



Working Mode Selection

Hydraulics

Unique two-pump system assures smooth compound movement of the work equipment. EOLSS (Electronic Open-center Load Sensing System) controls all pumps for efficient engine power use. This system also reduces hydraulic loss during operation.

Active and Economy mode

The PC600LC-7 excavator is equipped with two working modes. Each mode is designed to match engine speed, pump flow, and system pressure to the current application, giving the operator flexibility to match equipment performance to the job at hand.

Working Mode	Application	Advantage
A	Active Mode	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum production/power • Fast cycle times
E	Economy Mode	<ul style="list-style-type: none"> • Good cycle times • Good fuel economy

Two Working Modes

Heavy Lift Mode

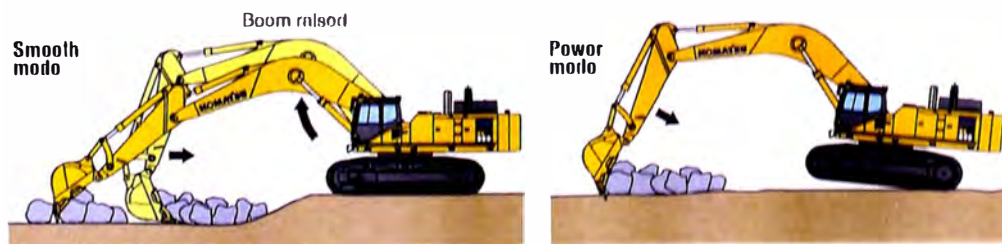


Heavy Lift Mode

Gives the operator 10% more lifting force on the boom when needed.

Two Settings for the Boom

Smooth mode provides easy operation for precision operations. Smooth mode allows the boom cylinders to float. When maximum digging force is needed, switch to **power mode** for more effective excavating.



Power Max Function

This function temporarily increases digging force by 8% for added power in tough situations.

Automatic Two-Speed Travel

Travel speed is automatically shifted from high to low speed according to the pressure of travel.

E.M.M.S. (Equipment Management Monitoring System)

1. Monitor Function
The controller monitors engine oil level, coolant temperature, battery charge, air-filter restriction, etc. If the controller finds any abnormality, it is displayed.
2. Maintenance Monitor Function
displays replacement time of oil and filters when the replacement interval is reached.
3. Trouble Data Memory Function
stores machine abnormalities (error codes) in the monitor for effective trouble shooting.

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR

SAFETY, RELIABILITY & DURABILITY

O-Ring Face Seal

The hydraulic hose seal method has been changed from a conventional taper seal to an O-ring seal. This improves sealing performance.

Frame Structure

The revolving frame and center frame mount are "weld-less structures" so that force is transmitted directly to the thick plate of the frame without passing through any welding.

High Pressure In-Line Filtration

The PC600LC-7 has the most extensive filtration system available, providing in-line filters as standard equipment. An in-line filter in the outlet port of each main hydraulic pump reduces failures caused by contamination.



Metal Guard Rings

Metal guard rings protect all the hydraulic cylinders and improve reliability.

Heat-Resistant Wiring

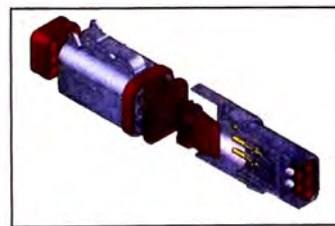
Heat-resistant wiring is utilized for the engine electric circuit and other major component circuits.

Sturdy Undercarriage

The undercarriage is strengthened to provide excellent reliability and durability.



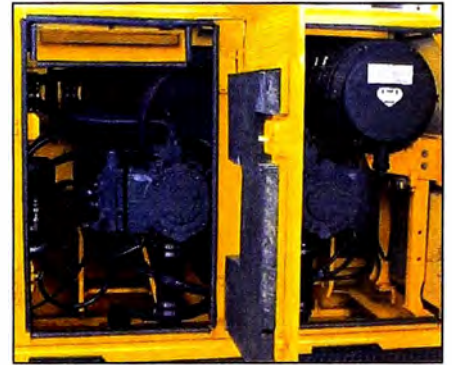
Sturdy Guards shield the travel motors and piping against damage from rocks.



DT-Type Connectors seal tight and have higher reliability.

Engine/Pump Room Partition

prevents oil from spraying on the engine if a hydraulic hose should burst.



Step Light with Timer provides light for about one minute to allow the operator to get off the machine safely.



MAINTENANCE FEATURES

Simplified Maintenance

Komatsu designed the PC600LC-7 for easy service access.

Wide Catwalk

A wide walkway for maintenance is provided around the engine and hydraulic components, allowing easy access to inspection and maintenance points.



Footing Near Engine

The steps around the engine allows easy daily inspection of the engine and components. Thermal guards are installed to prevent direct contact with high temperature areas such as turbocharger.



Electric Grease Gun (standard)

Greasing is made easy with the electric motorized grease gun with indicator.



Indicator Grease Gun

Reduced Maintenance Costs



Hydraulic oil filter replacement is extended from 500 to 1000 hours.

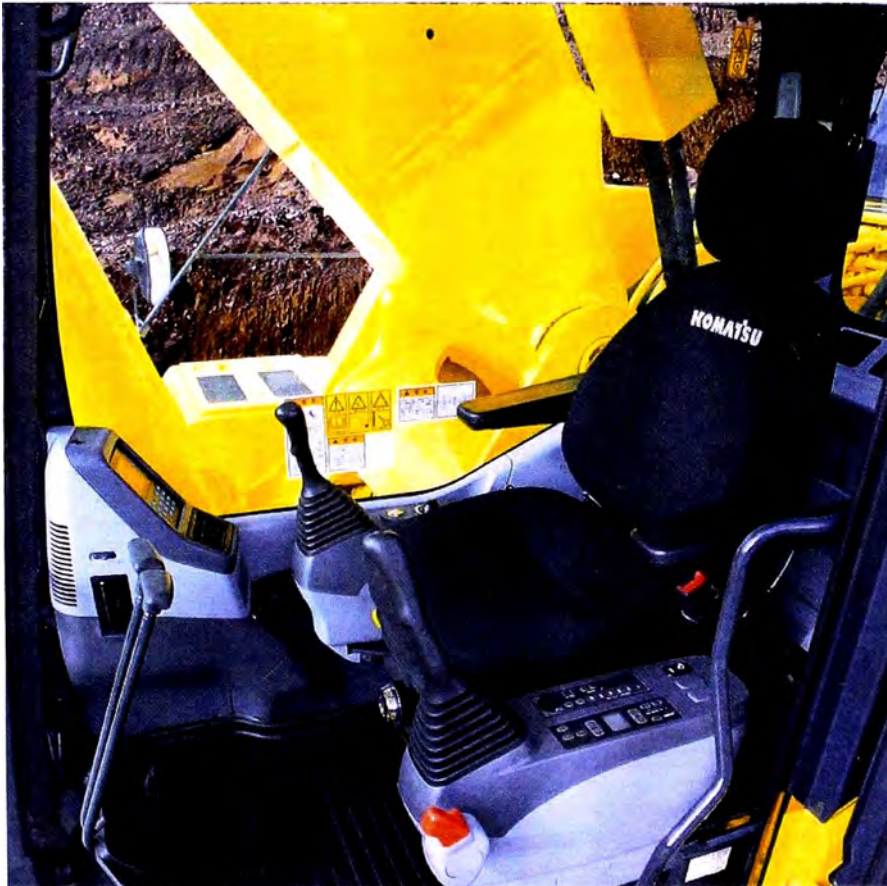


PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR

WORKING ENVIRONMENT

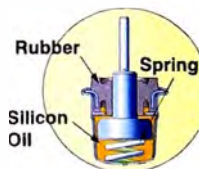
The Cab interior is spacious and provides a comfortable working environment. . .

Large Comfortable Cab



Superb Visibility

The PC600LC-7's large capacity cab and increased glass area provide superb front visibility.



Cab Mounts

The new cab damper mounting reduces vibration and noise at the operators seat.

Suspension Seat

The suspension seat has been improved to reduce and absorb vibration transmitted to the operator. Multiple seat adjustments can be made to fit a wide range of operators.



Safety Features

Multi-Position Controls

The multi-position, pressure proportional control levers allow the operator to work in comfort while maintaining precise control.

A double-slide mechanism allows the seat and controllers to move together or independently, allowing the operator to position the controller levers for maximum productivity and comfort.



Fully reclined seat with headrest

The air conditioner, air filter, and a higher internal air pressure (6 mm Aq **0.24" Aq**) prevent external dust from entering the cab.

(Cab with fixed front window (optional)
Internal air pressure: 10 mm Aq **0.39" Aq**)

Automatic Air Conditioner

A 6,900 kcal **27,379 BTU** air conditioner is utilized. The bi-level control function keeps the operators head and feet at a consistent temperature. This improved air flow function keeps the inside of the cab comfortable throughout the year.

SPECIFICATIONS



ENGINE

Model Komatsu SA6D140E-3
 Type 4-cycle, water-cooled, direct injection
 Aspiration Turbocharged and aftercooled
 Number of cylinders 6
 Bore 140 mm **5.51"**
 Stroke 165 mm **6.50"**
 Piston displacement 15.24 ltr **930 in³**
 Flywheel horsepower 287 kW **385 HP @ 1800 rpm (SAE J1349)**
 Governor All-speed, electronic
 EPA Tier 2 emission certified.



HYDRAULIC SYSTEM

Type EOLSS (Electronic Open-center Load Sensing System)
 Number of selectable working modes 2
 Main pump:
 Type Variable capacity piston pump
 Pumps for Boom, arm, bucket, swing, and travel circuits
 Maximum flow 2 x 410 ltr/min **2 x 108 U.S. gpm**
 Sub-pump for control circuit Gear pump
 Hydraulic motors:
 Travel 2 x axial piston motor with parking brake
 Swing 2 x axial piston motor with swing holding brake
 Relief valve setting:
 Implement circuits
 Backhoe 31.9 MPa 325 kg/cm² **4,620 psi**
 Travel circuit 34.3 MPa 350 kg/cm² **4,980 psi**
 Swing circuit 25.5 MPa 260 kg/cm² **3,700 psi**
 Heavy lift circuit 34.3 Mpa 350 kg/cm² **4,980 psi**
 Pilot circuit 2.9 MPa 30 kg/cm² **430 psi**

Hydraulic cylinders:
 Number of cylinders—bore x stroke
 Boom 2 – 185 mm x 1725 mm **7.3" x 67.9"**
 Arm 1 – 200 mm x 2045 mm **7.9" x 80.5"**
 Bucket
 Standard 1 – 185 mm x 1425 mm **7.3" x 56.1"**
 or 2.9 m **9.6"** Arm 1 – 185 mm x 1610 mm **7.3" x 63.4"**



SWING SYSTEM

Driven by 2 x Hydraulic motors
 Swing reduction Planetary gear
 Swing circle lubrication Grease bathed
 Swing lock Oil disc brake
 Swing speed 8.3 rpm
 Swing torque 21365 kg·m **154,481 ft. lbs.**



DRIVES AND BRAKES

Steering control Two levers with pedals
 Drive method Fully hydrostatic
 Travel motor Axial piston motor, in-shoe design
 Reduction system Planetary double reduction
 Maximum drawbar pull 415 kN 42300 kg **93,250 lb**
 Gradeability 70%
 Maximum travel speed: High 4.9 km/h **3.0 mph**
 Low 3.0 km/h **1.9 mph**
 Service brake Hydraulic lock
 Parking brake Oil disc brake



UNDERCARRIAGE

Center frame H-frame
 Track frame Box-section
 Track chain Sealed
 Track adjuster Hydraulic
 No. of shoes 52 each side
 No. of carrier rollers 3 each side
 No. of track rollers 9 each side



COOLANT AND LUBRICANT CAPACITY (REFILLING)

Fuel tank 880 ltr **232.5 U.S. gal**
 Radiator 57 ltr **15.1 U.S. gal**
 Engine 37 ltr **9.8 U.S. gal**
 Final drive, each side 10 ltr **2.6 U.S. gal**
 Swing drive 2 x 13 ltr **2 x 3.4 U.S. gal**
 Hydraulic tank 360 ltr **95.0 U.S. gal**



OPERATING WEIGHT (APPROXIMATE)

Operating weight, including 7660 mm **25'2"** boom, 3500 mm **11'6"** arm, SAE heaped 2.7 m³ **3.53 yd³** backhoe bucket, operator, lubricant, coolant, full fuel tank, and the standard equipment.

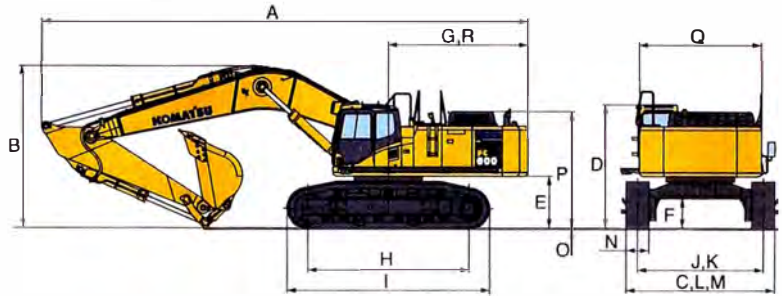
Triple-Grouser Shoes	Operating Weight	Ground Pressure
750 mm 30"	59600 kg 131,393 lb	0.77 kg/cm ² 10.95 psi
900 mm 36"	60400 kg 133,160 lb	0.65 kg/cm ² 9.24 psi

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR



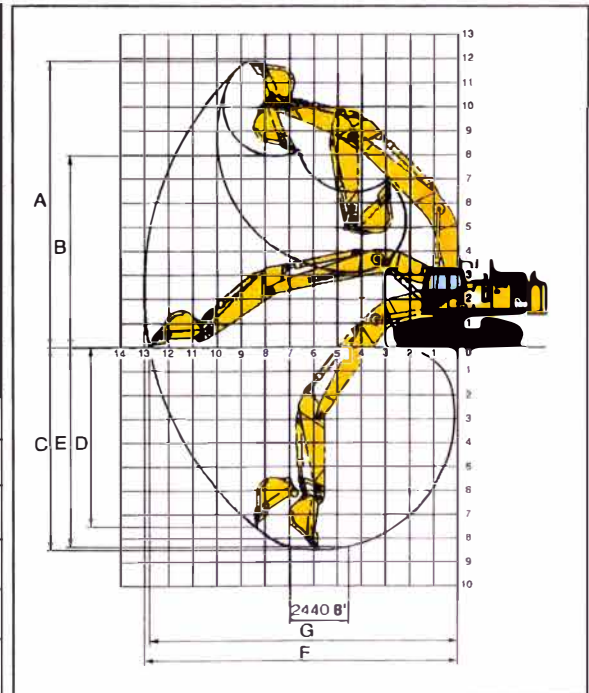
STANDARD BOOM DIMENSIONS

		Standard Boom		SE Boom	
	Boom	7660 mm	25'2"	6600 mm	21'8"
	Arm	3500 mm	11'6"	2900 mm	9'6"
A	Overall length	12810 mm	42'0"	11830 mm	38'10"
B	Overall height (to top of boom)	4300 mm	14'1"	4600 mm	15'1"
C	Overall width x 36" (900 mm) shoes	3900 mm	12'10"		
D	Overall height (to top of cab)	3290 mm	10'10"		
E	Ground clearance, counterweight	1365 mm	4'6"		
F	Ground clearance (minimum)	780 mm	2'7"		
G	Tail swing radius	3800 mm	12'6"		
H	Track length on ground	4600 mm	15'1"		
I	Track length	5690 mm	18'8"		
J	Track gauge (retracted)	2590 mm	8'6"		
K	Track gauge (expanded)	3300 mm	10'10"		
L	Width of crawler (retracted)	3190 mm	10'6"		
M	Width of crawler (expanded)	4216 mm	13'10"		
N	Shoe width	760 mm	30"		
O	Grouser height	37 mm	1.5"		
P	Height (to top of engine hood)	3070 mm	10'1"		
Q	Machine cab width	3195 mm	10'6"		
R	Distance, swing center to rear end	3675 mm	12'1"		



WORKING RANGE

		Standard Boom/Arm			SE Boom/Arm
	Arm	3500 mm 11'6"	4300 mm 14'1"	5200 mm 17'1"	2900 mm 9'6"
	Boom length	7660 mm 25'2"	7660 mm 25'2"	7660 mm 25'2"	6600 mm 21'8"
A	Max. digging height	11880 mm 39'0"	12180 mm 39'11"	12560 mm 41'2"	11140 mm 36'7"
B	Max. dumping height	7960 mm 26'2"	8245 mm 27'1"	8600 mm 28'3"	7210 mm 23'8"
C	Max. digging depth	8490 mm 27'10"	9275 mm 30'5"	10225 mm 33'7"	7060 mm 23'2"
D	Max. vertical wall digging depth	7510 mm 24'8"	8375 mm 27'6"	9275 mm 30'5"	5630 mm 18'6"
E	Max. digging depth of cut for 8' level	8360 mm 27'5"	9175 mm 30'1"	10125 mm 33'3"	6910 mm 22'8"
F	Max. digging reach	13020 mm 42'8"	13740 mm 45'1"	14630 mm 48'0"	11550 mm 37'11"
G	Max. digging reach at ground level	12800 mm 42'0"	13555 mm 44'6"	14435 mm 47'4"	11300 mm 37'1"
SAE rating	Bucket digging force at power max.	29100 kg 64,150 lb	29100 kg 64,150 lb	29100 kg 64,150 lb	31770 kg 70,040 lb
	Arm crowd force at power max.	24300 kg 53,570 lb	21300 kg 46,960 lb	18600 kg 41,010 lb	28500 kg 62,830 lb
ISO rating	Bucket digging force at power max.	32300 kg 71,210 lb	32300 kg 71,210 lb	32300 kg 71,210 lb	36900 kg 81,350 lb
	Arm crowd force at power max.	25100 kg 55,340 lb	22200 kg 48,940 lb	22200 kg 48,940 lb	29900 kg 65,920 lb



BACKHOE BUCKET AND ARM COMBINATION

Bucket Type	Bucket				Number of Teeth	Arms			
	Capacity		OLW	Weight		3.5 m 11'6"	4.3 m 14'1"	5.2 m 17'1"	2.9 m 9'6" (SE)
Komatsu "H" Series HD	2.29 m ³	3.0 yd ³	1219 mm	48"	5	W	W	W	W
	2.67 m ³	3.49 yd ³	1371 mm	54"	5	W	X	Y	W
	3.04 m ³	3.98 yd ³	1524 mm	60"	6	W	Y	Z	W
	3.43 m ³	4.48 yd ³	1676 mm	66"	6	W	Y	Z	W

V – Used with weights up to 3,500 lb/yd³, W – Used with weights up to 3,000 lb/yd³

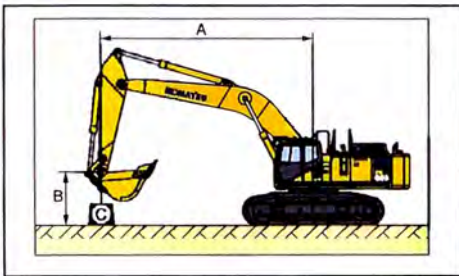
X – Used with weights up to 2,500 lb/yd³, Y – Used with weights up to 2,000 lb/yd³, Z – Not useable

HYDRAULIC EXCAVATOR

PC600LC-7



STANDARD BOOM/ARM LIFTING CAPACITY



Equipment:

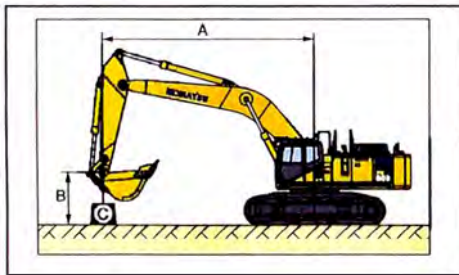
- Boom: 7660 mm 25'2"
- Bucket: 2.70 m³ 3.53 yd³
2381 kg 5,250 lbs
- Shoes: 750 mm 30"
- Lifting mode

- A: Reach from swing center
- B: Bucket hook height
- C: Lifting capacity
- Cf: Rating over front
- Cs: Rating over side
- ☉: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

Arm: 3500 mm 11'6"												Unit: kg lb	
B \ A	3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		☉ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
9.1 m 30'											*8850 *19,500	*8850 *19,500	
7.6 m 25'									*10200 *22,500	9900 21,800	*8600 *19,000	*8600 *19,000	
6.1 m 20'							*12750 *28,100	*12750 *28,100	*11350 *25,100	9800 21,600	*8750 *19,300	8000 17,700	
4.6 m 15'			*24750 *54,600	*24750 *54,600	*17650 *38,900	*17650 *38,900	*14150 *31,200	13150 29,000	*12100 *26,600	9500 20,900	*9150 *20,200	7200 15,800	
3.0 m 10'					*20150 *44,500	17800 39,300	*15550 *34,300	12500 27,500	*12850 *28,400	9150 20,200	*9850 *21,700	6750 14,900	
0.0 m 0'			*15900 *35,000	15900 *35,000	*22300 *49,200	16300 35,900	*16750 *36,900	11050 24,300	12800 28,300	8550 18,800	10250 22,600	6750 14,900	
-3.0 m -10'	*22800 *50,300	*22800 *50,300	*25750 *56,800	*25750 *56,800	*20200 *44,500	16250 35,800	*15550 *34,300	11050 24,300	*12200 *26,900	8550 18,800	*11900 *26,300	8400 18,500	
-4.6 m -15'	*26700 *58,900	*26700 *58,900	*21750 *47,900	*21750 *47,900	*17250 *38,000	16650 36,700	*13250 *29,200	11650 25,700			*11750 *25,900	10500 23,200	
-6.1 m -20'			*15300 *33,700	*15300 *33,700	*11800 *26,000	*11800 *26,000					*10550 *23,300	*10550 *23,300	

Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.
*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.



Equipment:

- Boom: 7660 mm 25'2"
- Bucket: 2.70 m³ 3.53 yd³
2381 kg 5,250 lbs
- Shoes: 900 mm 36"
- Lifting mode

- A: Reach from swing center
- B: Bucket hook height
- C: Lifting capacity
- Cf: Rating over front
- Cs: Rating over side
- ☉: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

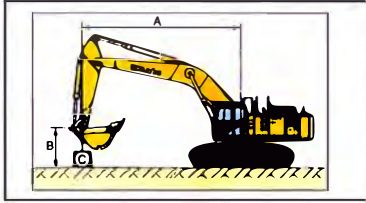
Arm: 3500 mm 11'6"												Unit: kg lb	
B \ A	3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		☉ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
9.1 m 30'											*8850 *19,500	*8850 *19,500	
7.6 m 25'									*10200 *22,500	10050 22,200	*8600 *19,000	*8600 *19,000	
6.1 m 20'							*12750 *28,100	*12750 *28,100	*11350 *25,100	9950 21,900	*8750 *19,300	8150 18,000	
4.6 m 15'			*24750 *54,600	*24750 *54,600	*17650 *38,900	*17650 *38,900	*14150 *31,200	13350 29,500	*12100 *26,600	9650 21,300	*9150 *20,200	7300 16,100	
3.0 m 10'					*20200 *44,500	18100 39,900	*15550 *34,300	12650 27,900	*12850 *28,400	9300 20,500	*9850 *21,700	6850 15,100	
0.0 m 0'			*15900 *35,000	*15900 *35,000	*22300 *49,200	16550 36,500	*16750 *36,900	11200 24,700	13050 28,800	8700 19,200	10400 23,000	6900 15,200	
-3.0 m -10'	*22800 *50,300	*22800 *50,300	*25750 *56,800	*25750 *56,800	*20200 *44,500	16500 36,400	*15550 *34,300	11250 24,800	*12200 *26,900	8700 19,200	*11900 *26,300	8550 18,800	
-4.6 m -15'	*26700 *58,900	*26700 *58,900	*21750 *47,900	*21750 *47,900	*17250 *38,000	16900 37,300	*13250 *29,200	11850 26,100			*11750 *25,900	10700 23,600	
-6.1 m -20'			*15300 *33,700	*15300 *33,700	*11800 *26,000	*11800 *26,000					*10550 *23,300	*10550 *23,300	

Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.
*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR



STANDARD BOOM/ARM LIFTING CAPACITY

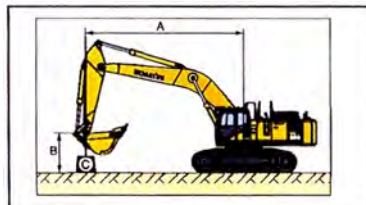


- Equipment:**
- Boom: 7660 mm 25'2"
 - Bucket: 2.40 m³ 3.14 yd³
2505 kg 5,220 lbs
 - Shoes: 750 mm 30"
 - Lifting mode

- A: Reach from swing center
B: Bucket hook height
C: Lifting capacity
Cf: Rating over front
Cs: Rating over side
⊗: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

PC600LC-7 Arm: 4300 mm 14'1"														Unit: kg lb	
B \ A	1.5 m 5'		3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
-9.1 m 30'												*6900 *15,200	*6900 *15,200	*6450 *14,200	*6450 *14,200
7.6 m 25'												*9750 *21,500	*9750 *21,500	*6300 *13,900	*6300 *13,900
6.1 m 20'												*10300 *22,700	9900 21,900	*6350 *14,100	*6350 *14,100
4.6 m 15'							*15800 *34,900	*15800 *34,900	*12900 *28,400	*12900 *28,400	*11100 *24,500	9550 21,100	*6650 *14,600	6200 13,600	
3.0 m 10'					*26750 *58,900	*26750 *58,900	*18550 *40,900	18150 40,000	*14450 *31,800	12550 27,700	*12000 *26,500	9100 20,100	*7100 *15,700	5800 12,800	
1.5 m 5'					*16650 *36,700	*16650 *36,700	*20650 *45,500	16900 37,300	*15750 *34,800	11850 26,100	*12800 *28,300	8700 19,200	*7800 *17,200	5700 12,500	
0.0 m 0'					*17850 *39,300	*17850 *39,300	*21750 *47,900	16150 35,600	*16600 *36,600	11350 25,000	12650 27,900	8400 18,500	*8850 *19,500	5800 12,800	
-1.5 m -5'			*12450 *27,400	*12450 *27,400	*23000 *50,700	*23000 *50,700	*21750 *48,000	15800 34,800	16300 35,900	10550 23,300	12450 27,500	8200 18,100	9500 20,900	6150 13,600	
-3.0 m -10'	*15250 *33,700	*15250 *33,700	*19350 *42,700	*19350 *42,700	*27450 *60,500	25900 57,100	*20800 *45,800	15750 34,800	*15800 *34,800	10550 23,300	12400 27,400	8150 18,000	10600 23,400	6950 15,300	
-4.6 m -15'			*27700 *61,100	*27700 *61,100	*24150 *53,200	*24150 *53,200	*18600 *41,000	16000 35,300	*14450 *31,900	11150 24,600			*10850 *24,000	8450 18,600	
-6.1 m -20'			*24250 *53,500	*24250 *53,500	*18950 *41,700	*18950 *41,700	*14650 *32,400	*14650 *32,400	*10650 *23,400	*10650 *23,400			*10500 *23,100	*10500 *23,100	



- Equipment:**
- Boom: 7660 mm 25'2"
 - Bucket: 2.40 m³ 3.14 yd³
2505 kg 5,220 lbs
 - Shoes: 900 mm 36"
 - Lifting mode

- A: Reach from swing center
B: Bucket hook height
C: Lifting capacity
Cf: Rating over front
Cs: Rating over side
⊗: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

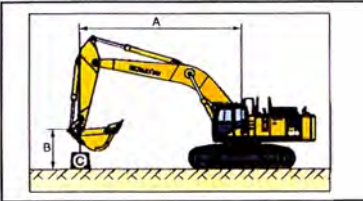
PC600LC-7 Arm: 4300 mm 14'1"														Unit: kg lb	
B \ A	1.5 m 5'		3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
-9.1 m 30'												*6900 *15,200	*6900 *15,200	*6450 *14,200	*6450 *14,200
7.6 m 25'												*9750 *21,500	*9750 *21,500	*6300 *13,900	*6300 *13,900
6.1 m 20'												*10300 *22,700	10100 22,200	*6350 *14,100	*6350 *14,100
4.6 m 15'							*15800 *34,900	*15800 *34,900	*12900 *28,400	*12900 *28,400	*11100 *24,500	9700 21,400	*6650 *14,600	6300 13,900	
3.0 m 10'					*26750 *58,900	*26750 *58,900	*18550 *40,900	18400 40,600	*14450 *31,800	12750 28,100	*12000 *26,500	9300 20,500	*7100 *15,700	5950 13,100	
1.5 m 5'					*16650 *36,700	*16650 *36,700	*20650 *45,500	17200 37,900	*15750 *34,800	12050 26,600	*12800 *28,300	8850 19,500	*7800 *17,200	5800 12,800	
0.0 m 0'					*17850 *39,300	*17850 *39,300	*21750 *47,900	16400 36,200	*16600 *36,600	11550 25,400	12900 28,400	8550 18,800	*8850 *19,500	5900 13,000	
-1.5 m -5'			*12450 *27,400	*12450 *27,400	*23000 *50,700	*23000 *50,700	*21750 *48,000	16050 35,400	16350 36,000	10750 23,700	12700 27,900	8350 18,400	9650 21,300	6300 13,900	
-3.0 m -10'	*15250 *33,700	*15250 *33,700	*19350 *42,700	*19350 *42,700	*27450 *60,500	26300 58,000	*20800 *45,800	16050 35,400	*15800 *34,800	10750 23,700	27900 12,650	8300 18,300	10800 23,800	7100 15,600	
-4.6 m -15'			*27700 *61,100	*27700 *61,100	*24150 *53,200	*24150 *53,200	*18600 *41,000	16300 35,900	*14450 *31,900	11350 25,000			*10850 *24,000	8600 18,900	
-6.1 m -20'			*24250 *53,500	*24250 *53,500	*18950 *41,700	*18950 *41,700	*14650 *32,400	*14650 *32,400	*10650 *23,400	*10650 *23,400			*10500 *23,100	*10500 *23,100	

Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.
*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.

HYDRAULIC EXCAVATOR



STANDARD BOOM/ARM LIFTING CAPACITY

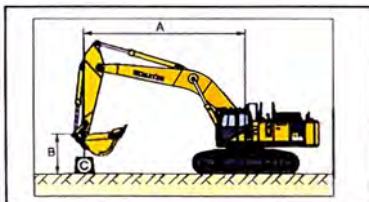


- Equipment:**
- Boom: 7660 mm 25'2"
 - Bucket: 2.00 m³ 2.62 yd³
2505 kg 5,220 lbs
 - Shoes: 750 mm 30"
 - Lifting mode

- A: Reach from swing center
 B: Bucket hook height
 C: Lifting capacity
 Cf: Rating over front
 Cs: Rating over side
 ⊗: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

PC600LC-7 Arm: 5200 mm 17'1"													Unit: kg lb		
B	A	1.5 m 5'		3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum	
		Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs
-9.1 m 30'														*4650 *10,200	*4650 *10,200
7.6 m 25'														*4500 *10,000	*4500 *10,000
6.1 m 20'												*9200 *20,300	*9200 *20,300	*4550 *10,100	*4550 *10,100
4.6 m 15'										*11550 *25,400	*11550 *25,400	*10100 *22,300	9850 21,700	*4750 *10,400	*4750 *10,400
3.0 m 10'						*23350 *51,500	*23350 *51,500	*16700 *36,800	*16700 *36,800	*13250 *29,200	12950 28,600	*11150 *24,600	9350 20,600	*5050 *11,100	5000 11,100
1.5 m 5'						*25400 *56,100	*25400 *56,100	*19300 *42,500	17450 38,500	*14800 *32,700	12150 26,700	*12100 *26,700	8850 19,500	*5500 *12,200	4900 10,800
0.0 m 0'						*20200 *44,500	*20200 *44,500	*21000 *46,300	16400 36,200	*16000 *35,300	11450 25,300	12750 28,100	8450 18,600	*6200 *13,700	4950 10,900
-1.5 m -5'		*7800 *17,200	*7800 *17,200	*11550 *25,500	*11550 *25,500	*22250 *49,000	*22250 *49,000	*21700 *47,800	15800 34,900	16600 36,600	11050 24,300	12400 27,400	8150 18,000	*7200 *15,900	5200 11,500
-3.0 m -10'		*12400 *27,300	*12400 *27,300	*16600 *36,600	*16600 *36,600	*27350 *60,300	25500 56,300	*21350 *47,100	15600 34,400	*16100 *35,500	10400 22,900	12300 27,100	8000 17,700	*8750 *19,300	5800 12,700
-4.6 m -15'		*17450 *38,500	*17450 *38,500	*22750 *50,200	*22750 *50,200	*26600 *58,600	25800 56,900	*20000 *44,000	15650 34,500	*15500 *34,100	10850 23,900	*12100 *26,700	8050 17,800	*9950 *21,900	6800 15,000
-6.1 m -20'				*30850 *68,000	*30850 *68,000	*22600 *49,800	*22600 *49,800	*17200 *38,000	16000 35,300	*13150 *29,000	11100 24,500			*9950 *22,000	8650 19,100



- Equipment:**
- Boom: 7660 mm 25'2"
 - Bucket: 2.00 m³ 2.62 yd³
2505 kg 5,220 lbs
 - Shoes: 900 mm 36"
 - Lifting mode

- A: Reach from swing center
 B: Bucket hook height
 C: Lifting capacity
 Cf: Rating over front
 Cs: Rating over side
 ⊗: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

PC600LC-7 Arm: 5200 mm 17'1"													Unit: kg lb		
B	A	1.5 m 5'		3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum	
		Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs
-9.1 m 30'														*4650 *10,200	*4650 *10,200
7.6 m 25'														*4500 *10,000	*4500 *10,000
6.1 m 20'												*9200 *20,300	*9200 *20,300	*4550 *10,100	*4550 *10,100
4.6 m 15'										*11550 *25,400	*11550 *25,400	*10100 *22,300	10000 22,100	*4750 *10,400	*4750 *10,400
3.0 m 10'						*23350 *51,500	*23350 *51,500	*16700 *36,800	*16700 *36,800	*13250 *29,200	13150 29,000	*11150 *24,600	9500 21,000	*5050 *11,100	*5050 *11,100
1.5 m 5'						*25400 *56,100	*25400 *56,100	*19300 *42,500	17700 39,100	*14800 *32,700	12350 27,200	*12100 *26,700	9000 19,900	*5500 *12,200	5000 11,000
0.0 m 0'						*20200 *44,500	*20200 *44,500	*21000 *46,300	16650 36,800	*16000 *35,300	11650 25,700	*12900 *28,400	8600 19,000	*6200 *13,700	5050 11,200
-1.5 m -5'		*7800 *17,200	*7800 *17,200	*11550 *25,500	*11550 *25,500	*22250 *49,000	*22250 *49,000	*21700 *47,800	16050 35,400	*16600 *36,600	11250 24,800	12650 27,900	8300 18,300	*7200 *15,900	5350 11,800
-3.0 m -10'		*12400 *27,300	*12400 *27,300	*16600 *36,600	*16600 *36,600	*27350 *60,300	25900 57,200	*21350 *47,100	15850 34,900	*16100 *35,500	10600 23,400	12500 27,600	8150 18,000	*8750 *19,300	5900 13,000
-4.6 m -15'		*17450 *38,500	*17450 *38,500	*22750 *50,200	*22750 *50,200	*26600 *58,600	26200 57,800	*20000 *44,000	15900 35,100	*15500 *34,100	11050 24,400	*12100 *26,700	8200 18,100	*9950 *21,900	6900 15,300
-6.1 m -20'				*30850 *68,000	*30850 *68,000	*22600 *49,800	*22600 *49,800	*17200 *38,000	16300 35,900	*13150 *29,000	11300 25,000			*9950 *22,000	8850 19,500

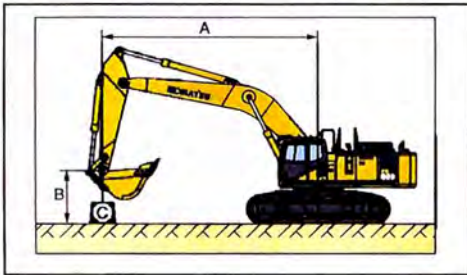
Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.

*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.

PC600LC-7 HYDRAULIC EXCAVATOR



SE BOOM/ARM LIFTING CAPACITY



Equipment:

- Boom: 6600 mm 21'8"
- Bucket: 3.5 m³ 4.58 yd³
- Shoes: 750 mm 30"
3530 kg 7,783 lbs
- Lifting mode

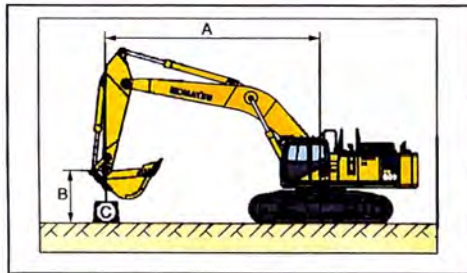
- A: Reach from swing center
- B: Bucket hook height
- C: Lifting capacity
- Cf: Rating over front
- Cs: Rating over side
- ⊗: Rating at maximum reach

Heavy Lift: On

Arm: 2900 mm 9'6"												Unit: kg lb	
B \ A	3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
7.6 m 25'											*11850	*11850	
											*26,100	*26,100	
6.1 m 20'					*16000	*16000	*13950	13200			*11800	10750	
					*35,300	*35,300	*30,800	29,100			*26,000	23,700	
4.6 m 15'			*24500	*24500	*18250	*18250	*14950	12800			*12300	9350	
			*54,100	*54,100	*40,200	*40,200	*33,000	28,300			*27,100	20,600	
3.0 m 10'					*20550	18050	*16150	12300	13000	8700	28500	8650	
					*45,300	39,800	*35,600	27,100	28,700	19,200	12,950	19,000	
1.5 m 5'			*26550	*26550	*21100	15950	*16950	11800	12800	8500	12750	8450	
			*58,500	*58,500	*46,500	35,100	*37,400	26,100	28,200	18,700	28,200	18,700	
0.0 m 0'			*30450	26800	*22350	16550	*17100	11500			13350	8850	
			*67,200	59,000	*49,300	36,500	*37,700	25,400			29,400	19,500	
-1.5 m -5'	*22650	*22650	*28100	26900	*21250	16450	*16100	11400			*13950	9900	
	*50,000	*50,000	*62,000	59,300	*46,900	36,300	*35,500	25,200			*30,700	21,800	
-3.0 m -10'	*30050	*30050	*24000	*24000	*17500	15750					*13650	12200	
	*66,200	*66,200	*52,900	*52,900	*38,600	34,700					*30,100	26,900	
-4.6 m -15'			*16750	*16750							*12100	*12100	
			*37,000	*37,000							*26,700	*26,700	

Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.

*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.



Equipment:

- Boom: 6600 mm 21'8"
- Bucket: 3.5 m³ 4.58 yd³
- Shoes: 900 mm 36"
3530 kg 7,783 lbs
- Lifting mode

- A: Reach from swing center
- B: Bucket hook height
- C: Lifting capacity
- Cf: Rating over front
- Cs: Rating over side
- ⊗: Rating at maximum reach

Arm: 2900 mm 9'6"												Unit: kg lb	
B \ A	3.0 m 10'		4.6 m 15'		6.1 m 20'		7.6 m 25'		9.1 m 30'		⊗ Maximum		
	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	Cf	Cs	
7.6 m 25'											*11850	*11850	
											*26,100	*26,100	
6.1 m 20'					*16000	*16000	*13950	13400			*11800	10950	
					*35,300	*35,300	*30,800	29,500			*26,000	24,100	
4.6 m 15'			*24500	*24500	*18250	*18250	*14950	13000			*12300	9500	
			*54,100	*54,100	*40,200	*40,200	*33,000	28,700			*27,100	20,900	
3.0 m 10'					*20550	18300	*16150	12500	13250	8850	13150	8800	
					*45,300	40,400	*35,600	27,600	29,200	19,500	29,000	19,400	
1.5 m 5'			*26550	*26550	*21100	16200	*16950	12000	13050	8650	13000	8650	
			*58,500	*58,500	*46,500	35,700	*37,400	26,500	28,700	19,100	28,700	19,000	
0.0 m 0'			*30450	27200	*22350	16850	*17100	11700			13550	9000	
			*67,200	59,900	*49,300	37,100	*37,700	25,800			29,900	19,800	
-1.5 m -5'	*22650	*22650	*28100	27300	*21250	16700	*16100	11600			*13950	10050	
	*50,000	*50,000	*62,000	60,200	*46,900	36,800	*35,500	25,600			*30,700	22,200	
-3.0 m -10'	*30050	*30050	*24000	*24000	*17500	16000					*13650	12400	
	*66,200	*66,200	*52,900	*52,900	*38,600	35,300					*30,100	27,400	
-4.6 m -15'			*16750	*16750							*12100	*12100	
			*37,000	*37,000							*26,700	*26,700	

Ratings are based on SAE Standard No. J1097. Rated loads do not exceed 87% of hydraulic lift capacity or 75% of tipping load.

*Load is limited by hydraulic capacity rather than tipping.

**STANDARD EQUIPMENT****ENGINE AND RELATED ITEMS:**

- Air cleaner, double element dry
- Cooling fan, with fan guard
- Engine Komatsu SA6D140E-3

ELECTRICAL SYSTEM:

- 12 V Electric power supply
- Alternator, 75 amp, 24 V
- Auto decelerator
- Large-capacity batteries, 170 Ah, 2 x 12 V
- Starting motor, 11 kW
- Working lights-2 (boom and RH)

UNDERCARRIAGE:

- 9 track/3 carrier rollers (each side)
- 900 mm 36" triple grouser
- Hydraulic track adjusters (each side)
- Sealed track
- Variable track gauge

GUARDS AND COVERS:

- Dust-proof net for radiator and oil cooler
- Pump/engine room partition cover
- Travel motor guards

OPERATOR ENVIRONMENT:

- Auto air conditioner
- Cab with pull-up type front window
- Damper mount, all-weather, sound-suppressed cab with tinted safety glass windows, lockable door, intermittent window wiper and washer, floor mat, cigarette lighter and ashtray
- Multi-function color monitor, electronically-controlled throttle dials, electric service

meter, gauges (coolant temperature, hydraulic oil temperature and fuel level), caution lights (electric charge, engine oil pressure, and air cleaner clogging), indicator lights (engine preheating and swing lock light) level check lights (coolant, engine oil, and hydraulic oil level), self-diagnostic system with trouble data memory

- Rear view mirror (RH & LH)
- Revolving frame, heavy-duty guard
- Seat belt 76 mm 3" retractable
- Seat, fully adjustable with suspension

HYDRAULIC CONTROLS:

- Control valves, 5+4 spools (boom, arm, bucket, swing, and travel)
- Control levers, wrist control levers for arm, boom, bucket, and swing with PPC system
- Control levers and pedals for steering and travel with PPC system
- Fully hydraulic, with Electronic Open-center Load-Sensing (EOLSS) and engine speed sensing (pump and engine mutual control system)
- Heavy lift mode system
- In-line filters
- One gear pump for control circuit
- One axial piston motor per track for travel with counter balance valve
- Oil cooler
- Power max function
- Two axial piston motors for swing with

single-stage relief valve

- Two-mode setting for boom
- Two variable capacity piston main pumps

DRIVE AND BRAKE SYSTEM:

- Brakes, hydraulic lock travel brakes, oil disc parking
- Hydrostatic two-speed travel system with planetary triple reduction final drive

OTHER STANDARD EQUIPMENT:

- Automatic swing holding brake
- Catwalks
- Corrosion resister
- Counterweight, 11750 kg 25,904 lb
- Grease gun electric pump with indicator
- Horn, electric
- Marks and plates, English
- Paint, Komatsu standard
- Large handrails
- One-touch engine oil drainage
- PM tune-up service connector
- Travel alarm
- Vandalism protection (pad locks not included)

**OPTIONAL EQUIPMENT**

- Arms:
 - 3500 mm 11'6" arm assembly
 - 4300 mm 14'1" arm assembly
 - 5200 mm 17'1" arm assembly
 - 2900 mm 9'6" (SE) arm assembly
- Booms:
 - 7660 mm 25'2" boom assembly
 - 6600 mm 21'8" (SE) boom assembly
- Cab front guard (ISO 10262 level 2)
- Cab with fixed front window
- Counterweight remover
- KOMTRAX
- FOG top guard
- Service valve, additional
- Shoes:
 - 750 mm 30" triple grouser
- Track frame undercover (center)
- Track roller guards-full length

KOMATSU[®]

440 N. Fairway Drive
P.O. Box 8112
Vernon Hills, IL 60061-8112

