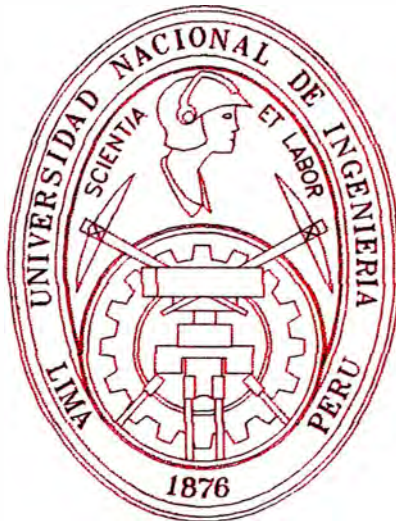


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DEL
CARGADOR FRONTAL LIEBHERR L 541**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

JUAN FERNANDO YANARICO RAMIREZ

PROMOCIÓN 1988-I

LIMA-PERU

-2008-

DEDICATORIA:

A mis padres Toribio y Julia que son una fuente constante de inspiración que permitieron la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO

CAPITULO I

INTRODUCCION

- 1.1 Marco General
- 1.2 Objetivo
- 1.3 Alcance
- 1.4 Limitaciones

CAPITULO II

GENERALIDADES

- 2.1 Descripción General del Cargador Frontal Liebherr – L 541
 - 2.1.1 Motor Diesel
 - 2.1.2 Sistema de Traslación
 - 2.1.3 Sistema de Trabajo
 - 2.1.4 Sistema Eléctrico - Electrónico
- 2.2 Tipos de Mantenimiento
 - 2.2.1 Mantenimiento Correctivo
 - 2.2.2 Mantenimiento Preventivo
 - 2.2.3 Mantenimiento Predictivo
 - 2.2.4 Mantenimiento Proactivo
 - 2.2.5 Mantenimiento Productivo Total - TPM
- 2.3 Fundamento Teórico de Ajuste de Curva

CAPITULO III

COSTO DE MANTENIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL

LIEBHERR – L 541

- 3.1 Costo de Mantenimiento Preventivo
- 3.2 Costo de Mantenimiento Correctivo
- 3.3 Costo de Mantenimiento Predictivo

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO

- 4.1 Cálculo de inversión
- 4.2 Ingreso Económico
- 4.3 Cálculo de la Utilidad Bruta
- 4.4 Cálculo del valor contable del equipo
- 4.5 Cálculo de la Ganancia
- 4.6 Cálculo de la Rentabilidad
- 4.7 Cálculo del 25% de la Rentabilidad
- 4.8 Cálculo del valor comercial de tasación
- 4.9 Valor de mercado.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

APENDICE

PROLOGO

El presente trabajo que se desarrolla sobre la evaluación técnica-económica del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 - 1992, es a consecuencia de la preocupación de la Empresa donde realizo mi labor, por el creciente costo de mantenimiento del cargador frontal y siendo ingreso único la prestación del servicio en alquiler del cargador frontal, por lo tanto la gerencia desea conocer en cuantas horas de funcionamiento del equipo se obtiene la máxima rentabilidad de la inversión realizada en el equipo, además proponer en cuanto se podría vender el cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992.

Para abordar estas interrogantes se ha dividido el presente informe de suficiencia en 4 capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el **capítulo I:** Introducción, se indica los objetivos que se persiguen en el presente informe de suficiencia, los alcances y limitaciones en el desarrollo del mismo.

En el **capítulo II:** Generalidades, en este capítulo se ha subdivido en:

La descripción del cargador frontal fue dividido en los siguientes sistemas: motor diesel, sistema de traslación, sistema de trabajo y sistema eléctrico – electrónico.

Tipos de mantenimiento: Se describe en forma resumida de los mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, proactivo y mantenimiento productivo total (TPM).

Desarrollo de la curva de Ajuste: Los costos reales versus las horas de funcionamiento se ajustarán a una cuadrática para su respectivo análisis.

En el **capítulo III**: Costo de mantenimiento del cargador frontal Liebherr L 541, en este capítulo se describe y se cuantifica los costos de los mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo

En el **capítulo IV**: Análisis Económico, se analizarán la inversión total económica y los ingresos, estos se ajustarán a curvas matemáticas las cuales se graficarán para su respectivo análisis.

Conclusiones y Recomendaciones: Aquí anotamos las conclusiones del presente informe de suficiencia sobre la evaluación técnico-económico y recomendaciones sobre la permanencia del equipo en la empresa.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Marco General

La elaboración del presente informe de suficiencia es una necesidad para resolver técnicamente algunas preguntas que se realizan en el directorio Metal Técnica S.A., siendo esta una empresa constituida con más de 20 años dedicada a la venta de equipo de movimiento de tierra, prestación del servicio de mantenimiento y venta de repuestos de la marca Liebherr la cual es una corporación dedicada a distintos rubros de fabricación tales como equipos de movimiento de tierra, camiones mineros, hormigoneras de concreto, maquinaria herramientas; el tren de aterrizaje de aviones, línea blanca del hogar, aire acondicionado de los trenes súper rápidos, estando su oficina principal en Suiza y sus otras filiales están ubicados en distintas partes del orbe como Alemania, Hungría, EEUU, China, Brazil, etc.

Metal Técnica S.A. es una empresa dedicada a la venta de cargadores frontales pero lamentablemente el cargador frontal L 541 serie 289 – 1992 ha tenido dificultades para su venta inmediata por lo que la empresa decidió alquilar hasta conseguir un comprador.

1.2 Objetivo

Es evaluar técnica y económicamente al cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 para analizar su permanencia en la empresa del cargador realizando el servicio, bajo la modalidad del alquiler o su factibilidad de realizar su venta, además de cuantificar la rentabilidad si se encuentra dentro de los estándares que tiene la empresa de acuerdo con la inversión realizada en el cargador frontal Liebherr

1.3 Alcance

En el presente trabajo luego de la evaluación técnico – económica se propondrá cual es el costo mínimo de venta del cargador frontal Liebherr y cual la rentabilidad de la inversión efectuada en el equipo.

1.4 Limitaciones

El análisis técnico – económico del cargador frontal es hasta las 15 500 horas de funcionamiento y el valor neto actual es igual al valor futuro porque se está considerando la tasa de interés anual igual a cero.

CAPITULO II

GENERALIDADES

En este capítulo se realiza una descripción general del Cargador Frontal Liebherr L 541 dividiéndole en motor diesel, sistema hidráulico de traslación, sistema hidráulico de trabajo, sistema eléctrico y electrónico, también en este capítulo se realiza una descripción de los diferentes tipos de mantenimiento, además se realiza una demostración matemática de ajuste de curva cuadrática.

2.1 DESCRIPCION DEL CARGADOR FRONTAL

La especificación técnica de cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 son las siguientes:

Motor: Liebherr – motor Diesel

Tipo: D 906 TB (motor con turbocompresor)

Cilindrada: 8,40 litros

Numero de cilindros: 6

Potencia (DIN / ISO 3046-1): 118 kw (160 hp) a 2000 rpm

Consumo de aceite: máx. 1% del consumo de combustible

Refrigeración del motor: Por recirculación de agua

Embrague: Centaflex.

Sistema hidráulico de Marcha

Bomba hidráulica: A4VG 90 DA – Bomba de traslación de disco oscilante con regulación en función del número de revoluciones (regulación de carga limite) y compensación de presión.

Caudal máximo: 200 litros/minutos

Presión de servicio y alimentación máx.: 430 bar / 33 bar

Motor hidráulico: A6VM 107 DA – Motor de traslación hidráulicamente regulable de eje inclinado.

Bomba para sistema frenos: Bomba de engranajes.

Caudal: 2,50 litros/minutos.

Bomba para transmisión: Bomba de engranajes.

Caudal: 28,0 litros/minutos.

Bomba para refrigeración de aceite: Bomba de engranajes.

Caudal: 20,0 litros/minutos.

Sistema hidráulico de trabajo y dirección

Bomba hidráulica: A7V 107 LV – Bomba de trabajo de eje inclinado con compensación de presión.

Caudal máximo: 275,0 litros/minutos.

Presión de servicio máximo: 270 bar.

Bloque de control: Construcción en bloque con válvulas limitadoras de presión primaria y secundaria integradas y válvula de descarga para posición flotante.

Mando hidráulico: Control proporcional hidráulico para cada uno de los movimientos de trabajo mediante palanca única. En la misma palanca se encuentra integrado el botón para la dirección de traslación eléctrica.

Deposito del aceite hidráulico: Deposito de aceite estable con filtro de retorno.

Capacidad: 170 litros

Enfriador de aceite: Enfriador de aceite de aluminio / ventilador impulsado hidráulicamente.

Sistema eléctrico

Batería: 2 x 12 Voltios de 110 Ah.

Arrancador: 24 voltios – 5,40 kW.

Alternador: 208 Voltios – 35 Amperios

Calefacción: Calefacción por agua caliente

Potencia de calefacción: 8,10 kW.

Ventilador de calefacción: Ventilador radial de 2 etapas.

Mecanismo de traslación: Transmisión de 3 velocidades con motor hidráulico y ejes planetarios con diferencial autoblocante.

Freno: Sistema de frenos con acumulador hidráulico de dos circuitos con frenos de discos múltiples en baño de aceite en los cubos de las ruedas.

Neumáticos: neumáticos 23,5 – 25 EM

Velocidades de traslación: Adelante y retroceso

Marcha 1: 0 – 7,0 km/h

Marcha 2: 0 – 17,0 km/h

Marcha D (automático): 0 – 39,0 km/h.

Además el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 tiene las siguientes características: una capacidad de carga de 3 metros cúbicos, con un ancho del cucharón de 2,70 metros, la ubicación del motor diesel en la parte posterior optimiza la distribución del peso, funcionando como contrapeso del cargador lo que le permite altas cargas basculantes con un bajo peso operativo.

Los Cargadores Frontales Liebherr no llevan convertidor, la fuerza de tracción y la velocidad se ajustan automáticamente a las distintas aplicaciones y sin que el operador cambie de marcha, para la marcha de retroceso no es necesario el engranaje de reversa porque este se realiza hidráulicamente.

La palanca multifunción permite controlar todos los movimientos de traslación y trabajo, la mano izquierda del operador puede permanecer siempre en la volante, no es necesario cambiar de mano es un factor importante de seguridad, la mano derecha controla las siguientes funciones: elevar y descender el brazo, llenar y vaciar el cucharón, retroceso automático del cucharón, seleccionar las velocidades y el sentido de la marcha.

Sistema de freno multidisco enfriados con aceite en los cubos de los ejes, proporcionan la realización del frenado constante bajo todas las condiciones de operación.

La cabina tiene un diseño moderno y ergonómico siendo la base para un mayor rendimiento y aumentando la productividad del operador, el panel de control, los mandos y el asiento del operador han sido diseñados para que formen un conjunto ergonómico perfectamente organizado.

A continuación se realiza una descripción de los sistemas que se encuentra dividido el cargador tales como: motor diesel, sistema de traslación, sistema de trabajo, sistema eléctrico y electrónico.

2.1.1 Motor Diesel

El Cargador Frontal Liebherr L 541 utiliza un motor diesel Liebherr lineal modelo D 906 TB de 06 cilindros con culata individual, refrigerado por liquido refrigerante, cuenta con una bomba de inyección lineal Bosch con inyectores para una inyección directa a la cámara de combustión y la alimentación de aire forzada utiliza un turbocompresor.

El motor D 906 TB tiene una cilindrada (volumen de desplazamiento) de 8,40 litros y la potencia de: 118 kW (160 hp) a 2000 rpm de acuerdo con la norma DIN / ISO 30461

El radiador es enfriado por un ventilador que es accionado directamente por el motor diesel, en la recirculación del flujo del liquido refrigerante se tiene el filtro de agua; el volumen del liquido refrigerante es de 45,00 litros.

El combustible utilizado es diesel 02 con un contenido menor de 0,5% de azufre de acuerdo con la especificación DIN EN 590, el

motor diesel tiene filtro de combustible primario y además el filtro de combustible secundario también es separador de agua, el tanque de combustible tiene una capacidad de 225,00 litros.

El motor diesel utiliza 02 bomba de aceite del tipo de engranajes para el sistema de lubricación que es accionada directamente por el cigüeñal, en la recirculación del flujo se utiliza un pequeño enfriador de aceite, el lubricante debe cumplir con la norma API: CG-4, CF-4; ACEA: E1-96, E2-96, el volumen de aceite utilizado es de 23,00 litros.

El consumo máximo permisible de aceite es de 1% del consumo de combustible.

El motor diesel esta acoplado con la caja de engranajes mediante el centaflex (acoplamiento flexible).

En la caja de engranajes es el lugar en donde la transferencia de rotación del eje cigüeñal se transforma en 02 ejes de salidas para las bombas hidráulicas de traslación y rotación.

2.1.2 Sistema de Traslación

El sistema de traslación es la encargada del movimiento del desplazamiento del Cargador Frontal tanto como para avanzar o retroceder el cual está constituido por los siguientes elementos:

Bomba hidráulica de pistones A4V90DA, rpm máximo 2 270; caudal 200 litros/min, presión máxima de trabajo 430+5 bar, presión alta máxima 460+20 bar, esta bomba está alimentada por una bomba

de engranaje que proporciona un caudal de 43 litros/ minuto siendo su presión máxima de alimentación 33 bar.

Motor hidráulico de pistones 6VM 107 DA – 63, Caudal mínimo 56,5 litros/ minuto y su caudal máximo es 107 litros/minuto, velocidad máxima 3 600 rpm y Torque (a 400 bar) 679 Nm.

La caja hidráulica de transmisión (power shift transmission) 3AVG210 la cual tiene como motor hidráulico el anterior descrito, El primer cambio tiene la relación de 6,48, el segundo cambio 2,74 y la tercera o directa 1,18; potencia máxima 120 kW; torque máxima 3 700 Nm; la velocidad máxima 3 700 rpm.

Para la alimentación de la presión hidráulica de la caja hidráulica de transmisión se utiliza a la segunda bomba de engranaje de la bomba triple que es accionada por el motor diesel, siendo su caudal de 20 litros por minuto y la presión de cambio es de 13+4 bar.

La cantidad de lubricante de la caja hidráulica de transmisión es de 5,00 litros el cual deberá tener la viscosidad SAE 20W – 20; la temperatura de operación es de 80 – 110 °C por corto tiempo podría a llegar como máximo a 120 °C.

El extremo inferior de la caja hidráulica de cambio se encuentra el eje donde se acoplan los cardanes delantero y posterior sobre este eje se encuentra los discos hidráulicos del freno de estacionamiento.

En la parte superior opuesto al motor hidráulico se encuentra la bomba hidráulica de emergencia de la dirección.

Los cardanes delanteros y posteriores se encuentran acoplados a los diferenciales delanteros del modelo AP 409 y los diferenciales posteriores del modelo AP 407 siendo su relación planetario en ambos casos del 6,35; los cuales están conectados a los mandos finales a través de los semiejes.

El sistema de frenado está alimentado por la tercera bomba de engranaje de la bomba triple que es accionada por el motor diesel siendo su caudal de 2,5 litros/minuto, el sistema de frenado está equipado con el frenado principal y el del frenado de estacionamiento; la presión de aplicación en los discos de freno de los mandos finales es de 65 ± 5 bar; la presión de aplicación en los disco de freno de estacionamiento es de 55 ± 5 bar.

El sistema de dirección está integrado por la bomba principal A7V 107 LV que tiene un caudal de 200 litros/minuto la cual es accionada por el motor diesel; el flujo de aceite es transportada hacia el bloque hidráulico la cual tiene también está alimentada por la bomba de dirección de emergencia la cual es accionada por la caja hidráulica de transmisión.

El servomando está unida a la columna de la dirección, mediante el volante (timón) se accionan a la bomba dosificadora (está incorporada en el servomando) y la válvula corredera del servomando y se inicia el movimiento de giro.

Los cilindros hidráulicos de giro son de doble efecto y están unidos al chasis delantero con el posterior, al efectuar un giro el servomando carga de aceite a los cilindros de giro.

Los cilindros hidráulicos de giro son de doble efecto de diámetro del pistón de 85 mm y del vástago 40 mm, la longitud de extensión es de 420 mm siendo el ángulo máximo de articulación del chasis delantero es de 40°.

Los neumáticos que se utilizan son de 20.5-25EM la presión de inflado de los neumáticos delanteros es 3,50 bar y los posteriores 2,00 bar, utiliza pernos de 30 mm de diámetro para un par de apriete de 650 Nm para la sujeción de los neumáticos con el mando final.

El rango de velocidades es de para la primera velocidad 0 – 7,0 km/h para la segunda velocidad es de 17,0 km/h y la tercera o directa es de 39,0 km/h.

2.1.3 Sistema de Trabajo

El sistema hidráulico de trabajo opera en circuito abierto, la cual es la encargada de accionar a los cilindros de levante y de volteo está constituido por los siguientes elementos:

El volumen total del sistema hidráulico es de una capacidad de 240,00 litros y el tanque hidráulico tiene una capacidad de 170,00 litros, el enfriador de aceite es de material de aluminio y es enfriado por un motor hidráulico la cual es alimentada por la primera bomba hidráulica de la bomba triple que se encuentra en el motor diesel.

El aceite hidráulico es succionada desde el depósito por la bomba hidráulica de pistones axiales con caudal variable, de modelo A7V107LV, siendo su potencia nominal de 66 kW, el flujo de caudal máximo es de 200 litros/minuto, la presión de trabajo es de 170 bar siendo la presión de corte es 270 bar, el ángulo de máximo caudal del plato oscilante es de 25° y de caudal mínimo es de 7°.

El flujo del aceite luego de pasar por la bomba hidráulica esta es transportada hacia el bloque de distribución del modelo NG 22 el cual está integrada por las correderas (spool) de distribución para los cilindros de elevación y volteo, siendo el diámetro de las correderas (spool) 25 mm, desplazamiento del embolo en ambos lados 12 mm, para activar a las correderas (spool) se utiliza a la unidad pilotaje.

La unidad de pilotaje está compuesto por la bomba hidráulica de engranaje (alimentación) de la bomba de traslación la cual suministra del aceite hidráulico luego esta se traslada a la palanca de mando que se encuentra en la cabina de control a la derecha del asiento del conductor; el mando de pilotaje activa hidráulicamente a las correderas (spool) del bloque de distribución siendo su principio de funcionamiento basado en válvulas de reducción de presión controladas directamente, al mover la palanca de control se suministra progresivamente la presión de mando o pilotaje a la conexión correspondiente.

El aceite hidráulicos de la bomba de trabajo luego de fluir por el bloque de distribución son llenados en las cámaras de los cilindros hidráulicos de levante y de volteo, los cilindros hidráulicos tiene vástago unilateral con un pistón de doble efecto, las fuerzas máximas de los cilindros dependen de la presión máxima de trabajo y de las respectivas superficies efectivas, el desplazamiento del vástago hacia el exterior donde la superficie del pistón es efectiva por lo que la fuerza es mayor, y el desplazamiento del vástago hacia el interior del cilindro donde la superficie efectiva es el anillo de la diferencia entre el diámetro del pistón y el diámetro del vástago donde la fuerza es menor.

Los cilindros hidráulicos de levante están ubicados en los extremos de la estructura (castillo) y tienen un diámetro de pistón de 130 mm y el diámetro del vástago es de 70 mm.

El cilindro hidráulico de volteo está ubicado en la parte central de la estructura (castillo) y tiene un diámetro de pistón de 150 mm y el diámetro del vástago es de 90 mm.

2.1.4 Sistema Eléctrico y Electrónico

El sistema eléctrico del cargador frontal es de 24 voltios, la cual es alimentada por 2 baterías de 12 voltios, con la capacidad de 44 amperios/horas, que están ubicadas en la parte posterior del Cargador Frontal.

El circuito eléctrico están básicamente dividido en 03 circuitos:

Circuito de Carga

Circuito de Arranque

Circuito de bajo consumo de amperaje

El circuito de carga es la encargada de proporcionar energía eléctrica a las baterías el cual lo realiza con el motor diesel funcionando y, el regulador de carga que está incorporado en el alternador es el que controla la alimentación hacia las baterías.

El circuito de arranque solamente está en funcionamiento cuando el motor diesel está en la etapa del arranque el cual está compuesto principalmente por el arrancador, chapa de contacto y el precalentador de combustible (arranque en frio).

El circuito de consumo de bajo amperaje está constituido, principalmente por los siguientes elementos:

Sensor de temperatura

Indicador de nivel de combustible

Las luces (focos) indicadores del panel de control

Horometro

Sensor de presión de aceite de motor diesel

Sensor de temperatura de líquido refrigerante

Sensor de nivel de líquido refrigerante

Solenoide de aumento de combustible (arranque en frio)

Alarma de retroceso

Indicador de flujo de la dirección

Switch del pedal de freno

Selector de cambio de velocidades

Palanca de luces direccionales

Motor limpiaparabrisas

Solenoides de la válvula de traslación avance/retroceso

Solenoides de válvula del retorno del cucharón

Solenoides de la válvula de la posición de flotación

Motor del ventilador del aire acondicionado

Sensor de aproximación del cucharón

Luces exteriores del cargador frontal

Sensor de temperatura de aceite de la caja de transmisión

Sensor de aproximación de la bomba de inyección

Tarjeta electrónica de traslación

Tarjeta de paso

La función principal de la tarjeta electrónica de traslación es la de proporcionar energía a los solenoides de los cambios de las velocidades que se encuentran en la caja de cambio (power shift) siendo sus señales de entrada; El selector de cambio de la palanca de velocidades, limit switch de la bomba de inyección, la velocidad de eje de salida de la caja power shift, selector de marcha avanza/retroceso y como señales de salida son las bobinas de las

electroválvulas del bloque de marcha que se encuentra sobre la caja de hidráulica de transmisión (power shift).

La tarjeta de paso se encuentra en el lado izquierdo del panel de control.

2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento en el Cargador Frontal se tiene como propósito de asegurar su funcionamiento continuo, el mantenimiento puede ser desde una simple inspección visual hasta la reparación de algún componente principal del equipo.

El mantenimiento del cargador frontal se puede dividir en las siguientes clases:

2.2.1 El mantenimiento correctivo: Es aquel que se interviene cuando la falla es evidente o ya ocurrió la falla, ocasionando paradas intempestivas en el cargador frontal, tales como la reparación de la bomba hidráulica, reparación del motor diesel, fuga excesiva de aceite por los cilindros hidráulicos, etc.

Para el diagnóstico de la falla y ubicación de la misma se debe de verificar los siguientes parámetros tales como:

Motor Diesel – Liebherr D 906 TB

RPM mínimo: 750 ± 50

- RPM máximo: 2100 ± 50

- Orden de Inyección: 1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4

- Adelanto de Inyección: 26 ± 1
- Compresión: 20 – 28 bar
- Presión de Inyección: 225 + 8 bar
- Luz válvula admisión/escape (frio): 0,20/0,25 mm
- Temperatura del sistema de refrigeración: 70 – 95°C
- Presión del sistema de refrigeración: 1,5 bar a > 85°C
- Temperatura de aceite - máxima: 110°C
- Presión de aceite: 1,0 bar a 800 rpm
2,0 bar a 1400 rpm
3,5 bar a 2000 rpm

SISTEMA HIDRAULICO: Para el sistema hidráulico se utiliza la siguiente tabla de presiones hidráulica.

| Customer : _____ | | L 541 Ser.No.: 289/ _____ | | |
|---|----------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| _____ | | Operating Hrs. : _____ | | |
| Job Site : _____ | | Application : _____ | | |
| _____ | | Checked by : _____ | | |
| _____ | | Date : _____ | | |
| Test / Adjustment | Correct Value | Test Point | Measured Value at Check | Measured Value after Adjustm. |
| Operating Temperature (must remain constant during all tests) | 65 ± 5 °C | Hydr.Tank | °C | |
| Diesel Engine Speed (check fuel filters before any adjustments are made) | | | | |
| Low Idle rev / min | 750 ± 50 | Engine | rev / min | rev / min |
| High Idle rev / min | 2100 ± 50 | | | |
| Replenishing Pressure | | | | |
| Replenishing pressure valve 31 | | | | |
| At high idle bar | 33 + 2 | G | bar | bar |
| Regulation Begin Variable Displacement Pump | | | | |
| Regulating Valve 33 | | | | |
| High Pressure bar | 50 | MA (MB) | 50 bar | 50 bar |
| Diesel Engine Speed rev / min | 1000 ± 50 | | rev / min | rev / min |
| Control Pressure bar | 6 ± 1 | X3 (X4) | bar | bar |
| Pump Performance at 400 bar | | | | |
| Adjustment screw 17 | | | | |
| High Pressure bar | 400 | MA (MB) | 400 bar | 400 bar |
| Diesel Engine Speed rev / min | 1600 + 100 | | rev / min | rev / min |
| Control Pressure bar | 20 ± 2 | X3 (X4) | bar | bar |
| High Pressure Valve | | | | |
| 25 forward bar | 460 + 10 | MA | bar | bar |
| 26 reverse bar | 460 - 10 | MB | bar | bar |
| Pressure Cut Off (at full throttle) | | | | |
| Cut Off Valve 27 | | | | |
| RPM drop from high Idle max. rev / min | 430 + 5 | MA (MB) | rev / min | rev / min |
| Control Pressure bar | 30 | X3 (X4) | bar | bar |
| | 27 ± 2 | | | |
| Regulation Begin Variable Displacement Motor (when travelling) | | | | |
| Adjustment screw A | | | | |
| Control Pressure (S/N 501-1872) bar | 22 ± 1 | X3 | bar | bar |
| Control Pressure (from S/N 1873) bar | 11 ± 1 | X3 | bar | bar |
| High Pressure bar | 50 + 20 | MA | 50 + 20 bar | 50 + 20 bar |

blocked machine; 2nd gear

Test points travel hydraulics : MA / X3 = forward MB / X4 = reverse

| Test / Adjustment | Correct Value | Test Point | Measured Value at Check | Measured Value after Adjustment |
|--|--|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Working Hydraulics : | | | | |
| Pressure Cut Off Valve 18 bar | 270 ⁺⁵ | Valve Block 37 Cut off Valve 38 | bar | bar |
| Primary Pressure Relief Valve 60 bar | 290 ⁺⁵ | Valve Block 37 | bar | bar |
| Secondary Pressure Relief Valves 64-67 | | | | |
| Extended Lift Cylinder (lift) bar | 340 ⁺⁵ | Valve Block 37 | bar | bar |
| Retracted Lift Cylinder (lower) bar | 310 ⁺⁵ | | bar | bar |
| Retracted Tilt Cylinder (tilt out) bar | 310 ⁺⁵ | | bar | bar |
| Extended Tilt Cylinder (tilt in) bar | 310 ⁺⁵ | | bar | bar |
| Engine Speed under Load | | | | |
| max. drop to rev / min Travel hydraulics (at travel) 300 bar Working hydraulics 200 bar | 1600 | Engine | rev / min | rev / min |
| Powershift Transmission 3 AVG 210 | | | | |
| Shifting Pressure bar | 13 ⁺⁴ | Control Valve 5 | bar | bar |
| Proximity Switch on Injection Pump | | | | |
| Switching Point at Engine rev / min | 1300 ^{±50} | see page 12.30.01 | rev / min | rev / min |
| Brake System : | | | | |
| Cut Off Valve cut off pressure bar cut in pressure bar | 150 ⁻¹⁰ 120 ⁺¹⁰ | Cut off Valve 106-108 | bar bar | bar bar |
| Pressure Switch - Indicator Light (Accumulator pressure) bar | 90 ^{±5} | | bar | bar |
| Service Brake bar | 70 ⁻¹⁰ | Axles 118/119 | bar | bar |
| Parking Brake bar Pressure Switch - Indicator Light bar | 50 ⁺¹⁰ 40 ^{±2} | Transm. 129 | bar bar | bar bar |

Tabla de fallas de motor diesel es el siguiente.

| FALLA | CAUSA | SOLUCIONES |
|---|---|--|
| El arrancador no gira | Fusible principal fundido | Cambiar los fusibles |
| | Conexiones de bateria sueltas o corroidas | Limpie y ajuste las conexiones sueltas |
| | Tension de bateria insuficiente | Cargue o sustituya la bateria |
| | Circuito del arranque interrumpido o contactos corroidos | Reemplazar cable de sistema arranque y/o cambiar la chapa de contacto |
| | Arrancador defectuoso | Cambiar el arrancador |
| El arrancador gira muy lento | Tension de bateria insuficiente | Cargue o sustituya la bateria |
| | Conexiones de bateria sueltas o corroidas | Limpie y ajuste las conexiones sueltas |
| | Temperatura exterior muy baja | Observar las medidas a tomar para el funcionamiento en invierno |
| El motor diesel no arranca o se para inmediatamente despues | Deposito de combustible vacio | Llenar con combustible |
| | Filtro de combustible saturado | Reemplace el elemento filtrante |
| | Linea de combustible, purificador precio o tamiz atorados en el deposito de combustible | Limpie y purgue el aire del circuito |
| | Linea de combustible o filtro no hermetizados (fuga de combustible) | Corregir la hermetizacion y purgar la linea de combustible |
| | Aire en el sistema de combustible | Corregir la hermetizacion y purgar la linea de combustible |
| | Sistema de arranque en frio defectuoso | Verificar el funcionamiento del precalentador |
| El motor diesel arranca mal | Falta de estanqueidad o muy poca presion en el circuito de presion baja de combustible | Corregir la hermetizacion y/o reemplazar la bomba de alimentacion de la bomba de inyeccion |
| | Compresion en el motor diesel insuficiente | Verificar las holguras de las valvulas - luego reparar el motor diesel |
| | Sistema de arranque en frio defectuoso | Verificar el funcionamiento del precalentador |
| | Sistema de arranque en frio defectuoso | Verificar el funcionamiento del precalentador |
| El motor diesel se para repentinamente | Alimentacion de tension interrumpida | Verificar el circuito electrico del solenoide stop |
| | Falta de estanqueidad o muy poca presion en el circuito de presion baja de combustible | Corregir la hermetizacion y/o reemplazar la bomba de alimentacion de la bomba de inyeccion |

| FALLA | CAUSA | SOLUCIONES |
|--|--|---|
| Potencia insuficiente del motor diesel (falta de potencia) | Defecto en el sistema de combustible (atorado, falta de estanquidad) | Controle visualmente las fugas, cambiar el filtro |
| | Presion de carga muy baja | Abrazaderas sueltas, filtro de aire y mangueras sucias, turbocompresor defectuoso |
| | Temperatura del aire de sobrealimentacion muy elevada | Radiador sucio, temperatura del ambiente demasiado alta |
| | Temperatura de refrigerante muy elevada | Radiador sucio, verificar el funcionamiento del sensor de temperatura, verificar el funcionamiento del termostato |
| | Trabajo mayores de 3000 msnm | Calibrar la bomba de inyeccion para trabajos en altitud |
| | Las toberas de inyeccion se quedan atoradas o no pulverizan | Reemplazar las toberas |
| | Compresion insuficiente del motor | Verificar las holguras de las valvulas - luego reparar el motor diesel |
| Motor diesel se calienta demasiado | Liquido refrigerante insuficiente | Llenar radiador con liquido refrigerante |
| | Radiador sucio interno y/o externo | Sondear radiador |
| | Termostato defectuoso | Verificar la apertura del radiador y reemplazar |
| | Sensor de temperatura defectuoso | Reemplazar el sensor de temperatura |
| | Ventilador con paletas rotas | Reemplazar el ventilador |
| El motor diesel expulsa humo negro | Toberas de inyeccion se quedan atoradas o no pulverizan | Reemplazar las toberas y calibrar a su presion de trabajo |
| | Defecto en turbocompreso (presion de carga demasiado baja) | Reparar y/o reemplazar el turbocompresor |
| Gases expulsados de color azul | Nivel de aceite en el motor diesel muy elevado | Corregir debidamente el nivel de aceite |
| | Aceite lubricante ha entrado en la camara de combustion y lo esta quemando | Verificar la holgura de la guia de la valvula y el reten de valvula |
| | Defecto de estanquidad del turbocompresor | Reparar y/o reemplazar el turbocompresor |
| | Filtro respiradero de motor obstruido | Reemplazar el filtro respiradero |
| Gases expulsados de color blanco | Comienzo de inyeccion demasiado tarde | Poner a punto el comienzo de inyeccion de acuerdo a lo recomendado por la Fabrica |
| | Sistema de arranque en frio defectuoso | Verificar el funcionamiento del precalentador |
| El motor diesel golpetea | Holgura de valvula muy grande | Ajustar la holguras de las valvulas de acuerdo a lo recomendado por la fabrica |
| | Toberas de inyeccion dañadas o calcinadas | Reemplazar las toberas y calibrar a su presion de trabajo |
| | Daños en los metales | Reemplazar los metales |
| | Anillos de piston cerrados o rotos, pistones carcomidos | Reemplazar el juego de anillos y/o piston completo |

| FALLA | CAUSA | SOLUCIONES |
|--|--|---|
| Ruidos extraños | Falta de hermetización en el conducto de aspiración y de escape de gas, provoca ruidos silbantes | Resolver la falta de hermetización y/o cambiar la empaquetadura de escape |
| | Rozadura en la rueda de turbina o cuerpos extraños en el compresor o turbina | Reparar y/o reemplazar el turbocompresor |
| Presión de aceite lubricante demasiado baja | Nivel de aceite en el carter insuficiente | Llenar el carter hasta la marca prescrita |
| | Aceite lubricante en estado muy líquido (dilución del aceite por combustible diesel) | Purgar el aceite, llene con el aceite recomendado |
| | Defecto en sensor de presión | Reemplazar el sensor de presión |
| | Valvula reguladora no trabaja correctamente o contiene suciedad | Limpiar la valvula y regular a la presión que determina la fábrica |
| | Holgura de metales muy grande por desgaste o daños en los metales | Reemplazar los metales |
| Aceite lubricante en el sistema enfriamiento | Radiador de aceite con fugas | Reemplazar los O-rings del radiador |
| | O-rings de la bomba de agua reseca | Reemplazar el juego de sellos de la bomba de agua |
| Agua refrigerante en el aceite lubricante | Fuga en los retenes de la culata de la camisa | Reemplazar la empaquetadura de culata |
| | O-rings de la camisas reseca | Reemplazar el juego de O-rings de las camisas |

DIAGRAMA DE AVERIAS DE LA CAJA DE TRANSMISIONES

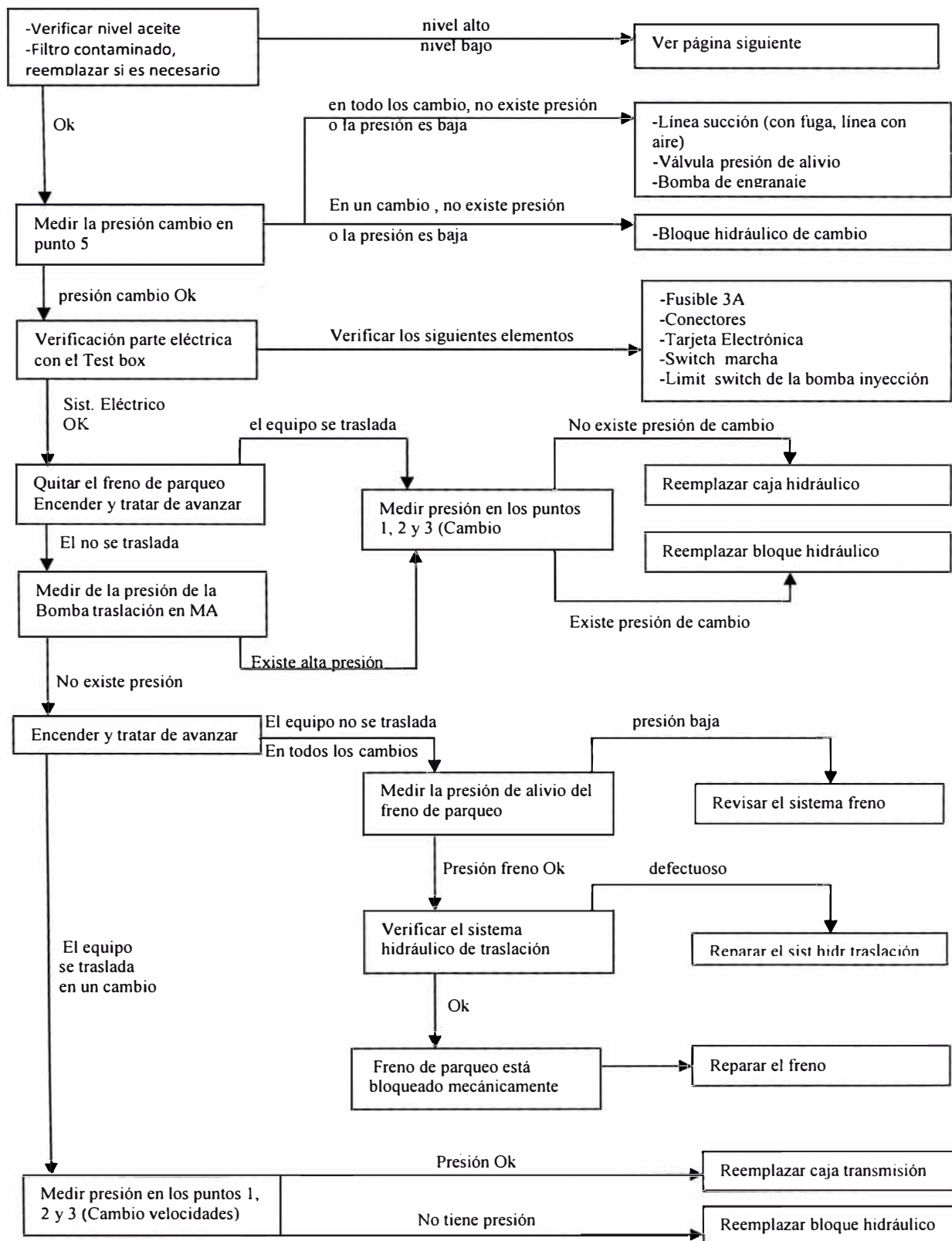
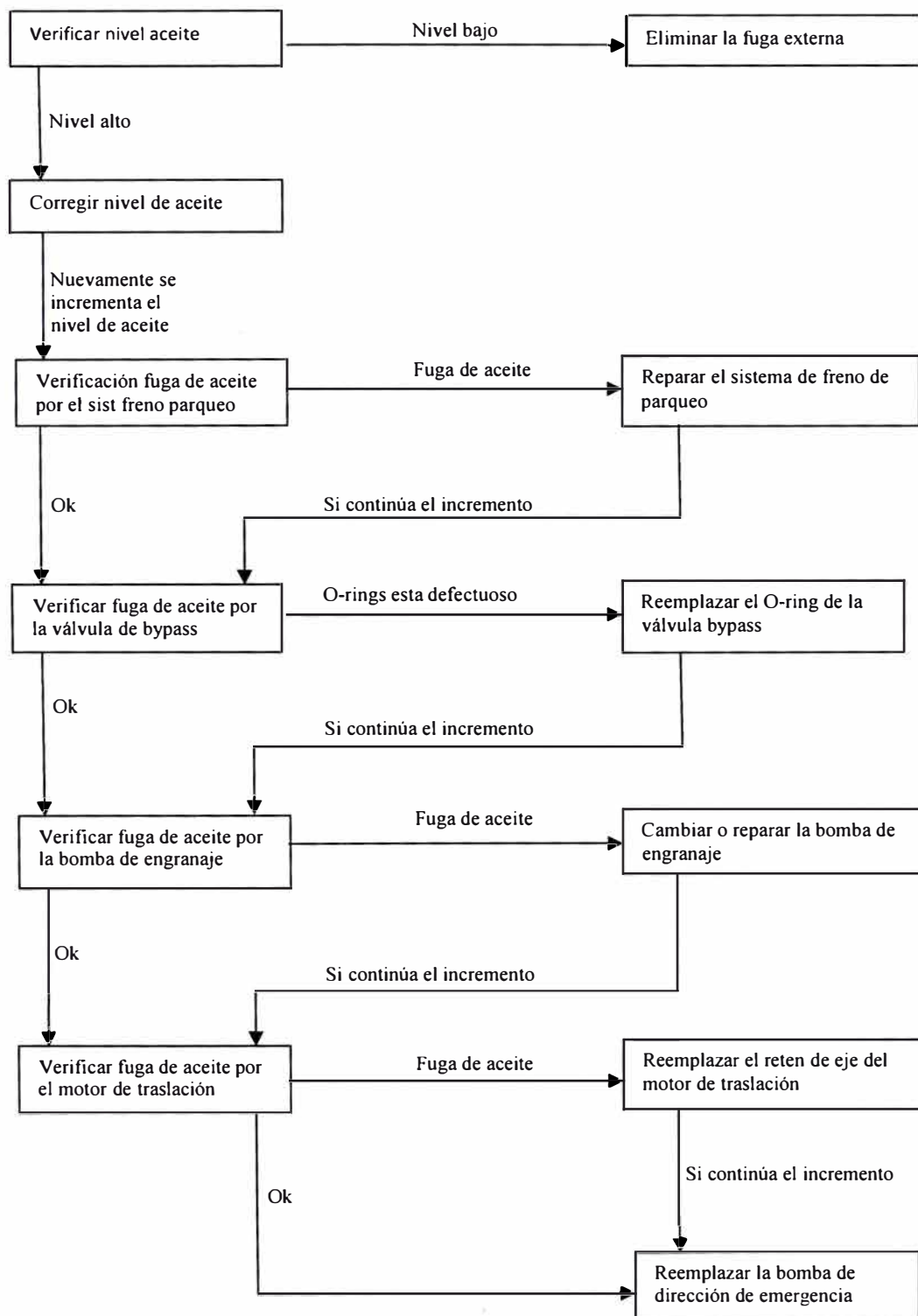


DIAGRAMA DE AVERIAS DE LA CAJA DE TRANSMISIONES



Para el diagnóstico y la reparación del mantenimiento correctivo se utilizan las siguientes herramientas y equipos:

- Maletín de mecánico y electricista
- Plano eléctrico y hidráulico
- Tabla de presiones del sistema hidráulico
- Juego de manómetros de 60 y 600 bar
- Compresímetro
- Tacómetro con captador de pulsos
- Multitester
- .- Test box para cargadores frontales
- Micrómetro con apoyo magnético
- Pirómetro digital
- Probador de inyectores
- Probador de fuga de líquido refrigerante
- Manómetro de 10 bar.
- Estetoscopio para mecánicos
- Medidor de espesores
- Multiplicador de torque
- Equipo de maniobra
- Equipo de oxicorte
- Máquina de soldar
- Bandeja de acumulación de aceite.

2.2.2 El mantenimiento preventivo: Es conjunto de acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos sobre el cargador frontal, teniendo un programa de actividades a realizar como el cambio de repuestos, ajustes e inspecciones, buscando mejorar la confiabilidad y la calidad de operación del cargador frontal.

El mantenimiento preventivo en el cargador frontal son los mantenimiento periódicos de 250 horas donde se encuentran las inspecciones visuales, cambio de los aceites y filtros, reajustes, etc. las reparaciones o cambio según sea el caso que recomienda la fabrica luego que llegan a su periodo de vida media tales como, cambiar los sellos de la bomba de agua a la 3 000 horas de funcionamiento, reemplazar los sellos hidráulicos de los cilindros hidráulicos a las 5000 horas de funcionamiento, etc.

Para el mantenimiento preventivo se utiliza la siguiente tabla de inspección y mantenimiento de acuerdo con el horometro del equipo:

MAINTENANCE AND INSPECTION SCHEDULE

L 541 – 289 / from 758

CUSTOMER: **Machine Type:** S/N **Hrs:** **Date:**

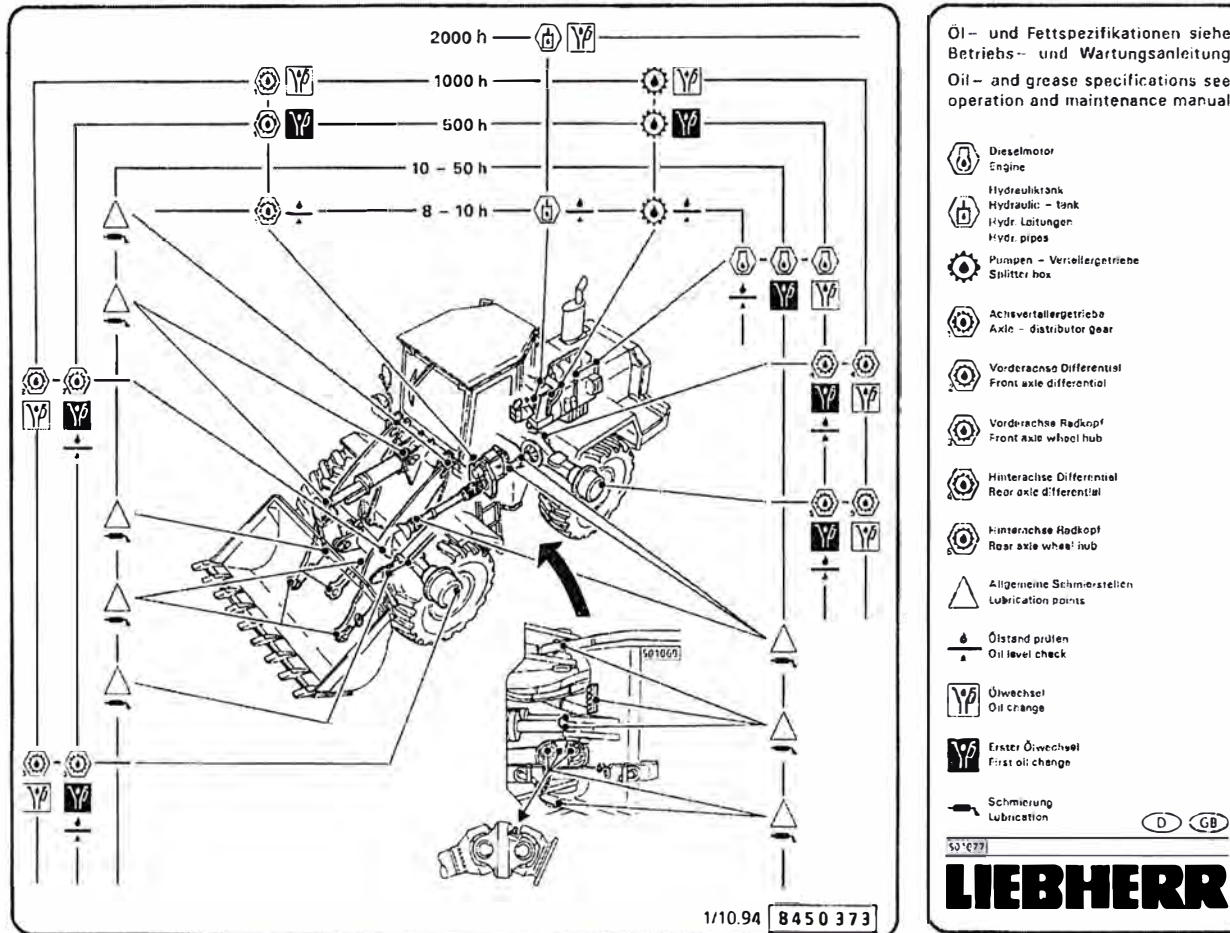
| Maintenance / Inspections | | | | | | WORK TO BE PERFORMED | | Adjustmt. values / Qty. | See Manual | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--|---------------------------------------|-------------|---------|
| at delivery | every 8-10 | every 10-50 | every 250 | at 500,1500. | at 1000,3000. | at 2000,4000. | | | | |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> by maintenance personnel (operator) <input type="checkbox"/> by authorized personnel <input type="checkbox"/> First and only interval OM = Operation/Maintenance Manual <input type="checkbox"/> Repeat interval SM = Service Manual | | | | |
| LIEBHERR – DIESEL ENGINE | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil level and oil pressure | - check | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Coolant level | - check (also check antifreeze) | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Precleaner on air filter | - check / empty if necessary | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Water separator at fuel filter | - check / empty if necessary | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fuel filter | - check / empty if necessary | | OM |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Engineoil | - change Important: 1) note | 23.0 l | OM |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lube oil filter (2 Ea.) | - replace | | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Tension and condition of V-belt | - check | | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Engine and cooler for contamination | - check / clean | | OM |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil, cooling and fuel system | - check for leaks | | OM / S |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Intake and exhaust system for condition / tightness | - check | | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | All screws and nuts - especially on oil pan and engine mounting brackets | - check for tightness | | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Valve play – cold Intake / Exhaust | - check / adjust | 0.20 / 0.25 | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | RPM | - check / adjust | 2100 ± 50 | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Turbo charger | - check (replace – every 3000 hrs) | | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fuel tank contamination | - drain | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear on flywheel | - grease | | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Flame glow system | - check (before start of cold season) | | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fuel filter cartridge 1. Stage | - replace | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fuel filter cartridge 2. Stage | - replace | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Air filter elements - replace | / as necessary – at least once a year | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil separator | - replace / every 2 years | | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Coolant with antifreeze | - change 1) / every 2 years | 45.0 l | OM / S |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Injector nozzles | - check / adjust – as necessary | | SM |
| TRAVEL and WORKING HYDRAULIC SYSTEM | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil level in Hydraulic tank | - check | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Magnetic rod | - clean / up to 250 hrs. daily | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Return filter element | - replace | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Suction filter element – replenishing circuit | - replace | | OM |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Working and travel hydraulic system | - check for function and leaks | | OM / S |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Hose routing | - check for damage | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Hydraulic tank contamination | - drain (at least every 6 months) | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil cooler for damage | - check / clean | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | All hydraulic pressures (Adjustment Checklist) | - check / adjust | | SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mounting and fittings | - check for mounting tightness | | OM / SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bleeder filter on the hydraulik tank | - replace | | OM / SM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil in hydr.system | - change 1) (fill via return filter) | 170.0 l | OM |
| <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Proper use of inching pedal | - instruct operator | | OM |
| SPLITTERBOX | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil level and leaks | - check | | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear oil | - change 1) | 2.0 l | OM |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mounting and fittings | - check for tightness | | OM |

usuario SERV/CIOS printed this protected Document: L511 - L541_en_.pdf Wednesday, 18 June 2008 14:32

| Maintenance / Inspections | | | | | | | WORK TO BE PERFORMED | | Adjustmt. values/ Qty. | See manual |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|---|--|------------|
| at delivery | every 8-10 | every 10-50 | every 250 | at 500,1500, | at 1000,3000, | at 2000,4000, | <input type="checkbox"/> by maintenance personnel (operator) | <input checked="" type="checkbox"/> by authorized personnel | | |
| | | | | | | | <input type="checkbox"/> First and only interval | <input type="checkbox"/> Repeat interval | OM = Operation/Maintenance Manual SM = Service Manual | |
| ELECTRICAL SYSTEM | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Indicator lights and head lights - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Batteries – acid level, battery terminals - check | | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Function of system and components - check | | | OM / SM |
| HEATER / VENTILATION | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | System for function and leaks - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fresh air filter - replace – if necessary | | | OM |
| POWERSHIFT TRANSMISSION | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil level - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Seals – fittings - check for leaks | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Function of control and control pressure - check | | | SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear mounting , oil motor and gear shafts - check | | | SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lube points drive shaft - check / grease | | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Filter insert - replace | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear oil - change ¹⁾ | | 5.0 l | OM / SM |
| AXLES | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oil level and leaks - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mounting of axles - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mounting of wheel nuts (<input type="checkbox"/> check also at 100 hours ²⁾ | | 650 Nm | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear oil / Differential – front - change ¹⁾ | | 15.5 l | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear oil / Differential – rear - change ¹⁾ | | 15.5 l | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Gear oil / Wheel hubs – front / rear - change ¹⁾ | | 4.5 l/5.5 l | OM |
| STEERING | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Function and leaks - check | | | SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bearing and lube points of steering cylinder - check / grease | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Flow indicator and emergency steering pump for function - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mounting of components and steering cylinder - check | | | SM |
| BRAKES | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Operating and parking brake - check for function | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Leaks in system - check | | | SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Control switch for function - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Accumulator, brake and release pressure - check | | | OM / SM |
| MAIN FRAME - CAB | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bearing and lube points / artic. & oscillating axle - check / lubricate | | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Door, window and cover hinges, locks - check | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Front and rear section for cracks - check | | | |
| LIFT ARMS - ATTACHMENTS | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bearing and lube points - check / grease | | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bucket return / lift limit / float position - check for function | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lift arms and bucket stops - check | | | OM / SM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lift arms and buckets for cracks - check | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Proper application of attachments - inform the operator | | | OM |
| GENERAL | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Have the operator lubricate the machine, explain and check for proper operation and maintenance. | | | OM |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Daily maintenance by the operator includes visual inspection for leaks and defects: ● Check engine, hydraulic system, gear and axles for leaks. | | | |

1) For lubrication and operating fluid specification, see "Lubricants and Operating Fluids"
 2) In addition, maintenance intervals marked with must also be completed any time the wheels are changed.

PUNTOS DE LUBRICACION DEL CARGADOR FRONTAL LIEBHERR L 541



Öl- und Fettspezifikationen siehe Betriebs- und Wartungsanleitung
Oil- and grease specifications see operation and maintenance manual

- Dieselmotor
Engine
- Hydrauliktank
Hydr. Leitungen
Hydr. pipes
- Pumpen - Verteilergetriebe
Splitter box
- Achseverlängergetriebe
Axle - distributor gear
- Vorderachsdifferential
Front axle differential
- Vorderachsraddkopf
Front axle wheel hub
- Hinterachsdifferential
Rear axle differential
- Hinterachsraddkopf
Rear axle wheel hub
- Allgemeine Schmierstellen
Lubrication points
- Ölstand prüfen
Oil level check
- Ölwechsel
Oil change
- Erster Ölwechsel
First oil change
- Schmierung
Lubrication

D GB

LIEBHERR

2.2.3 El mantenimiento Predictivo: Es basado en el monitoreo regular de síntomas del equipo mediante instrumentos controlando primordialmente su estado de funcionamiento, se interviene en la reparación o cambio del componente en estudio cuando los parámetros estudiados se encuentra fuera de rango del funcionamiento normal.

En el cargador frontal estudiado, el mantenimiento predictivo esta principalmente dando en el análisis de aceite en el motor diesel, sistema hidráulico.

2.2.4 El Mantenimiento Proactivo: Utiliza una gran variedad de tecnologías para maximizar la vida útil operativa del equipo, los resultados óptimos se obtienen mediante la identificación de las causas raíz de las fallas del equipo.

En el cargador frontal en estudio el mantenimiento proactivo está enfocado básicamente en el mínimo de stock de los repuestos que son necesarios para el buen funcionamiento del equipo en donde participan el departamento de servicio, el departamento de logística atravez del almacén, el departamento de importación atravez del agente de importaciones y la administración atravez del departamento financiero.

2.2.5 El Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM): Es un sistema de gestión de mantenimiento que

se basa, entre otros fundamentos en implementar un mantenimiento autónomo que es llevado a cabo por los propios operadores del equipo, lo que implica la activa participación de todos los empleados, sobre todo de los técnicos y del operador del cargador frontal, para lo cual es necesario entrenar a los operadores en los mantenimientos preventivos tales como inspección, engrases, ajustes, etc., en necesario la existencia de una cultura propia que sea estimulante y motivadora, de forma que fomente el trabajo en equipo, la motivación y el estímulo además una coordinación entre la producción y el mantenimiento.

2.3 FUNDAMENTO TEORICO DE AJUSTE DE CURVA

En los gráficos de curvas reales no siempre son ecuaciones de curvas conocidas por lo cual se requiere un ajuste (aproximación); existen muchos métodos de ajustes pero en esta oportunidad utilizaremos el método de los mínimos cuadrados.

El método de los mínimos cuadrados es minimizar la suma de los cuadrados de las desviaciones (diferencia entre la ordenada obtenida (real) y la ordenada propuesta (ajustada)).

$$D_1 = y_1^* - y_1$$

Donde:

D_1 : Desviación de la ordenada en el punto 1

y_1 : Ordenada propuesta de la curva de ajuste en el punto 1

y_1 : Ordenada real obtenida en el punto 1

La suma de los cuadrados de las desviaciones es:

$$S = D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2$$

La ecuación de la parábola o curva cuadrática es:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Siendo la desviaciones cuadráticas en cualquier punto.

$$D_i^2 = (a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 - y_i)^2$$

Sumando todas las desviaciones cuadráticas.

$$S = D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2 = \sum^n D_i^2$$

Para minimizar a S igualamos a cero las derivadas parciales con respecto a los coeficientes de la ecuación de la curva cuadrática.

Derivada parcial de la desviación con respecto a a_0 .

$$\frac{\partial D_i}{\partial a_0} = \frac{\partial}{\partial a_0} (a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 - y_i) = 1 \dots \dots \dots (1)$$

Derivada parcial de la suma cuadrática de las desviaciones con respecto a a_0

e igualaremos la ecuación a cero:

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = \frac{\partial D_1^2}{\partial a_0} + \frac{\partial D_2^2}{\partial a_0} + \frac{\partial D_3^2}{\partial a_0} + \dots + \frac{\partial D_n^2}{\partial a_0} = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 2D_1 \frac{\partial D_1}{\partial a_0} + 2D_2 \frac{\partial D_2}{\partial a_0} + 2D_3 \frac{\partial D_3}{\partial a_0} + \dots + 2D_n \frac{\partial D_n}{\partial a_0} = 0 \dots (2)$$

Reemplazando (1) en (2) simplificando y ordenando obtenemos la siguiente ecuación:

$$D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n = 0$$

$$D_1 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_1^2 - y_1$$

$$D_2 = a_0 + a_1 x_2 + a_2 x_2^2 - y_2$$

$$D_3 = a_0 + a_1 x_3 + a_2 x_3^2 - y_3$$

$$D_n = a_0 + a_1 x_n + a_2 x_n^2 - y_n$$

Sumando las desviaciones de las ordenadas tenemos.

$$0 = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2 - \sum_1^n y_i \dots \dots \dots (3)$$

Ordenando la ecuación (3), y realizando las mismas operaciones de derivadas parciales con respecto a a_1 y a_2 tenemos (mayor detalle ver anexo de ajuste de curva)

$$\sum_1^n y_i = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2$$

$$\sum_1^n y_i x_i = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3$$

$$\sum_1^n y_i x_i^2 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4$$

De las 3 ecuaciones todas las sumatorias son valores conocidos por lo tanto tenemos 3 ecuaciones con 3 incógnitas por lo que la ecuación cuadrática está definida

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

CAPITULO III

COSTO DE MANTENIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL LIEBHERR

- L 541

En el presente capítulo está referido al costo de mantenimiento realizado en el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 en todo su periodo de vida; debemos tener en cuenta que el parámetro principal para realizar los mantenimientos siempre se deberá tener como referencia el horometro del Cargador Frontal; primeramente se analizara el mantenimiento preventivo según que recomienda el protocolo de la Fabrica Liebherr, el mantenimiento preventivo para el presente informe se tomara en periodos fijos pero en la práctica se efectúa cuando un mantenimiento correctivo se está realizando y el mantenimiento preventivos está próximo a su realización para minimizar el tiempo de parada del equipo.

3.1 Costo de Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo que se realiza en el Cargador Frontal Liebherr L 541, empieza con el mantenimiento de 50 horas de funcionamiento y luego continuando en periodos de 500 horas de funcionamiento y por política de la empresa que los elementos que han llegado a su vida media generalmente se aprovecha para analizar si en el

próximo servicio se realiza su reparación y/o reemplazo en el mantenimiento correctivo siguiente siempre y cuando exista disponibilidad del equipo.

Costo de Mantenimiento Preventivo de 50 hrs.

| ITEM | CANT | CODIGO | DESCRIPCION | C/U | Total |
|------|------|-----------|-----------------------------------|---------|--------|
| 1 | 2 | 5502096 | Filtro aceite motor | 16,07 | 32,14 |
| 2 | 1 | 7264872 | O-ring | 9,06 | 9,06 |
| 3 | 1 | 10037619 | Filtro hidráulico (7008691) | 38,46 | 38,46 |
| 4 | 1 | 7264028 | O-ring | 5,81 | 5,81 |
| 5 | 2 | 861331701 | Grasa extrema presión (861302908) | 20,55 | 41,10 |
| 6 | 5 | ----- | Glns aceite 15 w 40 | 6,85 | 34,25 |
| 7 | 6 | ----- | Glns aceite SAE 90 LS | 10,55 | 63,30 |
| 8 | 1 | ----- | Mano de obra | 208,00 | 208,00 |
| | | | | Total : | 432,12 |

Costo de Mantenimiento Preventivo de 500, 1500, 2500,.....hrs.

| ITEM | CANT | CODIGO | DESCRIPCION | C/U | Total |
|------|------|-----------|------------------------------------|---------|--------|
| 1 | 2 | 5502096 | Filtro aceite motor | 16,07 | 32,14 |
| 2 | 1 | 7010930 | Filtro agua | 65,81 | 65,81 |
| 3 | 1 | 10036922 | Filtro tanque hidráulico (7001636) | 177,78 | 177,78 |
| 4 | 1 | 7264872 | O-ring | 9,06 | 9,06 |
| 5 | 1 | 10037619 | Filtro hidráulico (7008691) | 38,46 | 38,46 |
| 6 | 6 | 9268113 | Empaquetadura tapa balancín | 8,72 | 52,32 |
| 7 | 2 | 861331701 | Grasa extrema presión (861302908) | 20,55 | 41,10 |
| 8 | 5 | ----- | Glns aceite 15 w 40 | 6,85 | 34,25 |
| 9 | 1 | ----- | Glns aceite SAE 90 LS | 10,55 | 10,55 |
| 10 | 1 | ----- | Mano de obra | 208,00 | 208,00 |
| | | | | Total : | 669,47 |

Costo de Mantenimiento Preventivo de 1000, 3000, 5000,..... hrs.

| ITEM | CANT | CODIGO | DESCRIPCION | C/U | Total |
|------|------|----------|------------------------------------|--------|--------|
| 1 | 2 | 5502096 | Filtro aceite motor | 16,07 | 32,14 |
| 2 | 1 | 7008776 | Pre-filtro combustible | 26,50 | 26,50 |
| 3 | 1 | 7382048 | Filtro combustible (7008775) | 18,80 | 18,80 |
| 4 | 1 | 7010930 | Filtro agua | 65,81 | 65,81 |
| 5 | 1 | 7403953 | Filtro aire - primario | 131,62 | 131,62 |
| 6 | 1 | 7403951 | Filtro aire - secundario | 60,68 | 60,68 |
| 7 | 1 | 10036922 | Filtro tanque hidráulico (7001636) | 177,78 | 177,78 |
| 8 | 1 | 7001234 | O-ring | 6,50 | 6,50 |
| 9 | 1 | 7264872 | O-ring | 9,06 | 9,06 |
| 10 | 1 | 10222403 | Filtro respiradero motor diesel | 52,14 | 52,14 |
| 11 | 1 | 10037619 | Filtro hidráulico (7008691) | 38,46 | 38,46 |

| ITEM | CANT | CODIGO | DESCRIPCION | C/U | Total |
|------|------|-----------|-----------------------------------|---------|----------|
| 12 | 1 | 7264028 | O-ring | 5,81 | 5,81 |
| 13 | 1 | 7618809 | Filtro cabina - aire forzado | 58,12 | 58,12 |
| 14 | 6 | 9268113 | Empaquetadura tapa balancin | 8,72 | 52,32 |
| 15 | 2 | 861331701 | Grasa extrema presión (861302908) | 20,55 | 41,10 |
| 16 | 5 | ----- | Glns aceite 15 w 40 | 6,85 | 34,25 |
| 17 | 6 | ----- | Glns aceite SAE 90 LS | 10,55 | 63,30 |
| 18 | 1 | ----- | Mano de obra | 317,00 | 317,00 |
| | | | | Total : | 1,191,39 |

Costo de Servicio de Mantenimiento de 2000, 4000,..... hrs.

| ITEM | CANT | CODIGO | DESCRIPCION | C/U | Total |
|------|------|-----------|------------------------------------|---------|----------|
| 1 | 2 | 5502096 | Filtro aceite motor | 16,07 | 32,14 |
| 2 | 1 | 7008776 | Pre-filtro combustible | 26,50 | 26,50 |
| 3 | 1 | 7382048 | Filtro combustible (7008775) | 18,80 | 18,80 |
| 4 | 1 | 7010930 | Filtro agua | 65,81 | 65,81 |
| 5 | 1 | 7403953 | Filtro aire - primario | 131,62 | 131,62 |
| 6 | 1 | 7403951 | Filtro aire - secundario | 60,68 | 60,68 |
| 7 | 1 | 10036922 | Filtro tanque hidráulico (7001636) | 177,78 | 177,78 |
| 8 | 1 | 7001234 | O-ring | 6,50 | 6,50 |
| 9 | 1 | 7264872 | O-ring | 9,06 | 9,06 |
| 10 | 1 | 10222403 | Filtro respiradero motor diesel | 52,14 | 52,14 |
| 11 | 1 | 10037619 | Filtro hidráulico (7008691) | 38,46 | 38,46 |
| 12 | 1 | 7264028 | O-ring | 5,81 | 5,81 |
| 13 | 1 | 7618809 | Filtro cabina - aire forzado | 58,12 | 58,12 |
| 14 | 6 | 9268113 | Empaquetadura tapa balancin | 8,72 | 52,32 |
| 15 | 2 | 861331701 | Grasa extrema presión (861302908) | 20,55 | 41,10 |
| 16 | 55 | ----- | Glns aceite 15 w 40 | 6,85 | 376,75 |
| 17 | 6 | ----- | Glns aceite SAE 90 LS | 10,55 | 63,30 |
| 18 | 5 | ----- | Glns refrigerante | 12,45 | 62,25 |
| 19 | 1 | ----- | Mano de obra | 445,00 | 445,00 |
| | | | | Total : | 1 724,14 |

3.1.1 Resumen de los costos realizados en el mantenimiento Preventivo

El resumen del costo en el mantenimiento preventivo realizados en el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 hasta las 15,500 horas de funcionamiento es el siguiente:

Costo de mantenimiento preventivo

| Horas | Costo \$ |
|-------|----------|
| 50 | 432,12 |

| Horas | Costo \$ |
|-------|----------|
| 8 000 | 1 724,14 |

| Horas | Costo \$ | Horas | Costo \$ |
|-------|----------|--------|----------|
| 500 | 669,47 | 8 500 | 669,47 |
| 1 000 | 1 191,39 | 9 000 | 1 191,39 |
| 1 500 | 669,47 | 9 500 | 669,47 |
| 2 000 | 1 724,14 | 10 000 | 1 724,14 |
| 2 500 | 669,47 | 10 500 | 669,47 |
| 3 000 | 1 191,39 | 11 000 | 1 191,39 |
| 3 500 | 669,47 | 11 500 | 669,47 |
| 4 000 | 1 724,14 | 12 000 | 1 724,14 |
| 4 500 | 669,47 | 12 500 | 669,47 |
| 5 000 | 1 191,39 | 13 000 | 1 191,39 |
| 5 500 | 669,47 | 13 500 | 669,47 |
| 6 000 | 1 724,14 | 14 000 | 1 724,14 |
| 6 500 | 669,47 | 14 500 | 669,47 |
| 7 000 | 1 191,39 | 15 000 | 1 191,39 |
| 7 500 | 669,47 | 15 500 | 669,47 |

El costo total por el mantenimiento preventivo hasta las 15 500 horas de funcionamiento es de 32 743,74 dólares americanos.

3.2 Costo de Mantenimiento Correctivo

En este subcapítulo se analizara el costo del mantenimiento correctivo que se realiza cuando ocurre alguna falla en el Cargador Frontal además por política de la empresa también se aprovecha cuando la disponibilidad del equipo lo permita realizar los cambios o reparaciones según sea el caso de las piezas que han llegado a su vida media:

1.- **Problema:** El equipo no tiene fuerza y su traslación es lento.

Horometro: 754 hrs.

Diagnostico: De acuerdo con el protocolo de presiones hidráulicas las presiones hidráulicas del equipo estaban fueran de su rango.

Solución: Se regulo de acuerdo con lo recomendado en el protocolo, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de herramienta - mecánico, protocolo de presiones hidráulicas, manómetros de 60 y 600 bar

Horas empleadas en la reparación: 02 horas

Costo del Servicio: \$ 388,00

2.- **Problema:** Incremento de aceite en la caja de engranajes.

Horometro: 1 152 hrs.

Diagnostico: Inspección visual de los retenes de eje de las bombas hidráulicas de trabajo y traslación, el incremento del aceite es por reten del eje de la bomba de trabajo hacia la caja de engranajes.

Solución: Se cambio el reten de eje de la bomba de trabajo el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de herramienta – mecánico, bandeja de aceite, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 06 horas

Costo del servicio: \$ 900,58

3.- **Problema:** El motor diesel no se apaga desde la cabina

Horometro: 1 851 hrs.

Diagnostico: Por información del operador del equipo indica que no se puede apagar el motor de la cabina, luego de la revisión de las distancias del vástago del solenoide de stop en la bomba de inyección se revisa el circuito eléctrico del solenoide de stop donde se determina que está cruzado el solenoide de stop.

Solución: Se reemplazo el solenoide y se calibro las distancias de vástago de la misma, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, planos eléctricos, multítester

Horas empleadas en la reparación: 3 horas

Costo del servicio: \$ 988,25

4.- **Problema:** Incremento de aceite en la caja hidráulico de transmisión

Horometro: 2 698 hrs.

Diagnostico: Por el reporte del operador se inspecciona la caja hidráulica de transmisión y se comprueba el incremento del nivel de aceite por lo se procede al desmontaje del motor hidráulico de traslación y lo se encuentra es traza de aceite en el reten del eje por lo que se le hace funcionar en vacio y se comprueba la fuga por el reten.

Solución: Se reemplazo reten del eje del motor hidráulico de traslación y el equipo queda operativo

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, equipo de maniobra, bandeja de recolección de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 655,89

5.- **Problema:** No tiene fuerza el equipo y su traslación es deficiente.

Horometro: 3 422 hrs.

Diagnostico: Por reporte del operador que informa que el equipo esta lento en la traslación y no tiene fuerza, se realizar las comprobaciones hidráulicas en los sistemas de traslación y trabajo los cuales están

dentro del rango que recomienda la fabrica Liebherr, por lo se procede a realizar evaluaciones con el test box donde nos indica que a los solenoides no está llegando el amperaje correspondiente, se verifica el estado del sensor de rpm, el limit switch de la bomba de inyección los cuales están correctos por lo que se determina el cambio de la electrónica, en la inspección visual se observa que las uñas del cucharon tienen desgaste.

Solución: Para solucionar la deficiencia en la traslación se reemplazo la tarjeta electrónica y por estar desgastado las uñas estas fueron cambiadas y el quedo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín mecánico y eléctrico, tabla de presiones hidráulicas, plano eléctrico, multitester, pistola de soldar de 24 voltios.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 3 028,30

6.- **Problema:** Presencia de aceite hidráulico en el equipo.

Horometro: 4 118 hrs.

Diagnostico: Por reporte del operador que indica que existe fuga de aceite, por lo que se ordena realizar una lavado completo del equipo para determinar por inspección visual la fuga de aceite, lo cual de observa la fuga por manguera de alta presión que llegas al bloque hidráulico por lo que se determina su reemplazo además se observa presencia de refrigerante por la zona de desfogue de la bomba de agua.

Solución: Para eliminar la fuga de las mangueras estas fueron reemplazadas así como los o-rings que unen la manguera con el bloque hidráulico y la fuga de líquido refrigerante por la bomba agua se reemplazó los sellos mecánicos, quedando el equipo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánicos, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 4 horas

Costo del servicio: \$ 985,53

7.- **Problema:** Extraño ruido en el mando final delantero izquierdo.

Horometro: 6 520 hrs.

Diagnostico: El operador reporta extraños ruidos en el mando final delantero izquierdo, el cual es corroborado por los técnicos lo que determina que el mando final sea desarmado para su inspección visual, con lo cual se observa que el muñón está rajado y el extremo de su punta está los hilos robados, también se observa que los neumáticos tienen las cocadas menor del mínimo permitido.

Solución: Se cambió el muñón y los retenes del mando final, también se recaucharon los 04 neumáticos, el equipo quedó operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, multiplicador de torque equipo de maniobra, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 15 horas de trabajo.

Costo del servicio: \$ 9 281,64

8.- **Problema:** El equipo no tiene frente de trabajo y es regresado a la empresa para su mantenimiento.

Horometro: 7 004 hrs.

Diagnostico: El cargador frontal no tiene frente de trabajo y el equipo es traslado al taller de Metal Técnica además se solicita el informe del operador sobre los problemas que tiene el cargador frontal el cual reporta los siguientes: golpeo de cabina en la zona de los soportes, la direccional tiene problemas de funcionamiento, ruido de golpeo en los cilindros hidráulicos, el limpia parabrisas no funciona, las uñas están gastadas y tiene juego con respecto a su base, las planchas del cucharón tienen desgaste, para estos problemas del equipo se realiza las inspecciones del caso lo cual determina su cambio y/o reparación según sea el caso además se realiza las evaluaciones de las presiones hidráulicas, se mide la compresión del motor diesel estando dentro del rango que recomienda la fabrica Liebherr por mantenimiento preventivo se envía la bomba al laboratorio que recomienda su de la bomba de inyección, también por inspección visual se recomienda su planchado y pintado del equipo.

Solución: Se cambio los soportes de cabina – eliminándose el ruido en la cabina, las luces direccionales su funcionamiento era errático lo cual se soluciono con el cambio de la palanca direccional, el juego y el ruido en los cilindros hidráulicos se solucionaron con el cambio de pines y bocinas y/o rotulas según sea el caso, se realizo la reparación del cucharón con cambio de planchas desgaste cronix 400 y/o 500 según sea el caso también se cambiaron las portauñas como las uñas, se realizo la reparación de la bomba de inyección y de los inyectores,

además se realizó el planchado y pintado del equipo, se realizó la calibración de las presiones hidráulicas de acuerdo con el protocolo de la fábrica, quedando el equipo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, multímetro, planos eléctricos, tabla de presiones hidráulicas del sistema hidráulico, juego de manómetro de 60 y 600 bar, equipo de maniobra, máquina eléctrica de soldar, equipo de oxiacetileno, torquímetro, bandeja de acumular aceite, tacómetro con captador de impulso, pirómetro a distancia.

Horas empleadas en la reparación: 160 horas

Costo del servicio: \$ 20 179,36

9.- **Problema:** El cargador está lento en su traslación.

Horómetro: 7 222 hrs.

Diagnóstico: Por reporte del operador el cual informa que el cargador está lento en su traslación, se realizan las evaluaciones de presiones hidráulicas están correctas, se revisa el sensor de velocidades está correcto, se evalúa el limit switch de la bomba de inyección el cual está abierto, además se observa fuga de aceite

Solución: Se cambió el limit switch de la bomba de inyección con el cual la traslación se normaliza realizando los cambios de velocidad de acuerdo como recomienda Liebherr, además se cambian los sellos y O-rings de las mangueras y bloque por donde fuga aceite hidráulico, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Se utilizo maletín de mecánico y eléctrico, multítester, test box, bandeja de acumulación de aceite, plano eléctrico, juego de manómetro de 60 y 600 bar, tacómetro con captador de impulsos, tabla de presiones hidráulicas.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 660,87

- 10.- **Problema:** Ruido extraño en la caja de engranajes y golpeteo al momento de pisar el acelerador.

Horometro: 7 682 hrs.

Diagnostico: Por informe del operador que reporta ruido extraño en la caja de engranajes y golpe al momento de pisar el acelerador el cual es comprobado por los técnicos se recomienda desmontar la caja de engranajes y al realizar la inspección visual de comprueba que el centaflex se encuentra roto, el cilindro de levante el vástago se regresa- fuga interna por los sellos hidráulicos, los soportes de la cabina también está roto, existe fuga de aceite en el motor hidráulico de traslación y en la caja de cambio, las uñas tienen desgaste.

Solución: Se cambio el amortiguador torsional (centaflex); también se eliminaron fugas externas en la caja de cambio (power shift), se cambio del soporte posterior de la cabina, se cambio los sellos hidráulicos de levante eliminándose la fuga interna, eliminación de fugas externas de aceite del motor de traslación, cambio de uñas del cucharón, el equipo quedo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, equipo de maniobra, bandeja de acumular aceite.

Horas empleadas en la reparación: 8 horas

Costo del servicio: \$ 7 199,89

11.- Problema: Incremento de aceite en la caja de engranajes.

Horometro: \$ 7 841 hrs.

Diagnostico: Por reporte del operador informa el incremento del aceite de la caja de engranajes lo cual se comprueba en la inspección visual, el cual se ordena el desmontaje de la bomba hidráulica de trabajo y de traslación donde se comprueba la fuga de aceite por el reten del eje de la bomba de traslación, también se observa que los soportes del radiador esta rotos y el amortiguador de gas de la compuerta del motor diesel esta vencidos.

Solución: Para eliminar la fuga de aceite de la bomba hidráulica de traslación se cambio el reten del eje, también se cambio el soporte del radiador además de reemplazo el amortiguador de gas de la compuerta del motor diesel, el equipo esta operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, equipo de maniobra, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 8 horas

Costo del servicio: \$ 1 446,36

12.- Problema: Fuga de agua por la bomba de agua.

Horometro: 8 052 hrs.

Diagnostico: El operador reporta consumo de refrigerante, el cual se realiza la inspección de fuga de refrigerante en el cual es detectado fugando el refrigerante por la bomba de agua, también se observa algunas mangueras rotos donde se observa el entremallado.

Solución: Al desmontar la bomba de agua se observa que el impulsor esta picado por lo que se cambio, también se cambio el sello mecánico de la bomba de agua, también se cambio las mangueras hidráulica que estaban roto, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 4 horas

Costo del servicio: \$ 761,47

13.- Problema: Pase de aceite del motor al turbocompresor.

Horometro: 8 368 hrs.

Diagnostico: El operador reporta humo por el tubo de escape y consumo de aceite, se realiza la medición de la compresión de los cilindros los cuales están dentro del rango que recomienda Liebherr, se desconecta la manguera que sale del respiradero del motor diesel el cual esta no tiene hermeticidad lo que hace que pase hacia el turbo compresor, también se observa fuga de aceite por el respiradero del tanque hidráulico.

Solución: Se reemplazo el filtro respiradero del motor diesel eliminándose el pase hacia el turbocompresor, también se cambio el respiradero del tanque hidráulico, quedando el equipo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, compresímetro.

Horas empleadas en la reparación: 4 horas

Costo del servicio: \$ 627,44

14.- Problema: El operador reporta consumo de líquido refrigerante.

Horometro: 8 680 hrs.

Diagnostico: El operador reporta consumo de refrigerante, para lo cual se realiza una inspección visual para determinar por donde esta fugando o el motor diesel está calentando, con el pirómetro se observa que el motor no calienta luego con el probador de fuga de refrigerante el manómetro cae la presión por lo que se determina que existe una fuga y se realiza una revisión por donde podría fugar el liquido ubicando la fuga por el grifo de la calefacción, se observa fuga de aceite por el mando final, manguera hidráulica rajada.

Solución: Para eliminar la fuga del liquido refrigerante se cambia el grifo de la calefacción, se cambio el reten del mando final eliminándose la fuga de aceite; la manguera hidráulica rajadas se cambiaron, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, probador de fuga de refrigerante, pirómetro, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 1 711,38

15.- Problema: El Cargador no tiene frente de trabajo, regresa al taller para su reparación general de acuerdo al informe del operador.

Horometro: 9 152 hrs.

Diagnostico: De acuerdo con el reporte del operador donde indica que la velocidad no desarrolla, se realiza la evaluación hidráulica donde indica que las presiones hidráulicas se encuentran dentro del rango correcto, luego se realiza una evaluación con el test box donde al realizar los cambios el cambio de velocidad responde tardíamente por lo que se drena el aceite de la caja de cambio encontrándose limalla metálica mas de lo normal por lo que se determina inspeccionar a la caja de transmisión (caja power shift) encontrándose con los discos hidráulicos revestidos de asbesto con desgastados, los disco metálicos quemados (recalentados), se cambio todos los retenes, rodajes; el golpe que reporta al realizar el cambio de velocidad se inspecciona el centaflex el cual se encuentra roto; las luces, el limpia parabrisas, el claxon funcionan con dificultad, la palanca de la luces direccionales esta rajado; el bloque hidráulica tiene fuga hidráulica, los o-rings estaban reseco, los soporte de cabina estaban roto; las bocinas del castillo en el lado del cucharón tienen juego además tienen desgaste en el apoyo de la bocina, las uñas estaban desgastados, los neumáticos tienen desgaste.

Solución: El no desarrollo de la velocidad de traslación se soluciono con la reparación de la caja transmisión (caja power shift) donde se realizo los cambios de los discos hidráulicos de asbesto y metálicos, cambio de todos los sellos, cambio de todos los rodajes; el centaflex estaba roto por lo se procedió a su reemplazo, la palanca de las luces direccionales estaba rajado se realizo el cambio; la fuga de aceite

hidráulico por el bloque hidráulico se soluciono con el cambio de los sellos y o-rings; la fuga de aceite por las mangueras se reemplazaron las mangueras hidráulicas; se reemplazaron las bocinas del castillo lado del cucharón y los apoyos de las bocinas se rectificaron volviendo las dimensiones del agujero a su medida nominal; se reemplazaron las uñas del cucharón por estar desgastados; se reemplazaron los neumáticos (anteriormente fueron reencauchados) por presentar desgaste; se realizo el planchado y pintura del equipo quedando el equipo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, multitester, planos eléctricos, tabla de presiones hidráulicas del sistema hidráulico, juego de manómetro de 60 y 600 bar, equipo de maniobra, torquimetro, bandeja de acumular aceite, tacómetro con captador de impulso, pirómetro a distancia, micrómetro con soporte magnético; torno portátil; maquina de soldar

Horas empleadas en la reparación: 104 horas

Costo del servicio: \$ 37 673,32

16.- Problema: Excesivo juego de pines en los cilindros de levante.

Horometro: 9 779 hrs.

Diagnostico: Por el reporte del operador el cual informa que los hidráulicos de levante tienen juego, luego de la inspección visual y pruebas de accionamiento de las articulaciones del castillo del cargador se determina que los pines del cilindro hidráulico de levante tienen juego para lo cual se procedió a su extracción de los pines los

cuales tuvieron problema para su extracción por lo que procedió a su vaciado (destrucción), también se observó que las rotulas tienen juego con su base.

Solución: El juego de pines se solucionó cambiando los pines y las rotulas de los cilindros de levante.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, equipo de oxicorte, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 3 193,35

17.- Problema: La alarma de retroceso no funciona, fuga de aceite por el cilindro de dirección.

Horometro: 10 165 hrs.

Diagnostico: El operador reportó que la alarma de retroceso no funciona por lo que se procede a su evaluación eléctrica donde se determina que la alarma de retroceso está abierta, también en la evaluación se observa que existe fuga de aceite por el cilindro hidráulico de dirección donde se determina el reemplazo de los sellos hidráulicos, los cilindros de gas de las compuertas de la bomba hidráulicas estaban vencidas.

Solución: La alarma de retroceso abierta eléctricamente se solucionó reemplazándolo, la fuga hidráulica del cilindro hidráulico de dirección se solucionó reemplazando los sellos hidráulico de tapa y pistón, los cilindros de gas de las compuertas que estaban vencidos se reemplazaron quedando el equipo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, planos eléctricos, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 1 400,85

18.- Problema: El turbocompresor tiene un ruido, las uñas están desgastados, el radiador esta suelto.

Horometro: 10 267 hrs.

Diagnostico: El operador reporta extraño ruido al momento de acelerar el motor diesel en la zona del turbocompresor, al realizar la evaluación visual del turbocompresor se observa que tiene juego por lo que realiza la medición con el micrómetro de apoyo magnético donde se determino que el juego que tiene el rotor del turbocompresor es excesivo, los soportes del radiador estaban roto, soporte de las compuertas de motor diesel presentas abolladuras y tienen problemas de accionamiento, las uñas tienen desgastes los cuales tienen que ser cambiados.

Solución: El turbocompresor se reemplazo por presentar excesivo juego, se reemplazaron los soportes del radiador por estar rotos, los cilindros de gas del motor diesel se cambiaron solucionándose el problema de accionamiento, también se reemplazaron las uñas por presentar desgastes.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánicos, micrómetro con apoyo magnético.

Horas empleadas en la reparación: 4 horas

Costo del servicio: \$ 4 831,55

19.- Problema: Se tiene dificultad para cargar completamente el cucharón.

Horometro: 11 541 hrs.

Diagnostico: El operador reporta que al momento de carga el equipo esta lento por lo que se realiza una evaluación hidráulica de la misma donde se determina que la bomba hidráulica de trabajo está por debajo de la presión que recomienda la fabrica por lo que a la bomba se le envía al banco de prueba, además se observa algunas mangueras hidráulicas rajadas y rotas donde se observa el entremallado metálico.

Solución: La bomba hidráulica de trabajo se envió al banco de prueba para su revisión donde el reporte fue de desgaste del núcleo y los pistones de la bomba por lo cual se determino su reemplazo; además también se reemplazaron mangueras hidráulicas que estaban rajadas o rotas donde se vieran el entremallado.

Equipo y herramientas: Maletín mecánico, tabla de presiones, juego de manómetros de 60 y 600 bar, bandeja de acumulación de aceite, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 18 horas

Costo de servicio: \$ 15 809,68

20.- Problema: Ruido en el diferencial posterior y el cilindro 2 del motor diesel con 1 bar menos del mínimo.

Horometro: 12 775 hrs.

Diagnostico: El operador reporta que existe ruido extraño en el diferencial posterior y pérdida de potencia del motor diesel; Para

verificar el ruido al cargador frontal se le coloca sobre tacos y se realiza las pruebas de velocidad donde se comprueba con el estetoscopio mecánico el ruido proviene del diferencial por lo que se determina su desmontaje para la evaluación del caso y al momento de la inspección se comprueba de los rodajes están picados por lo que se recomienda su cambio, al comprobar la compresión del motor diesel se encuentra que el cilindro # 2 está bajo de compresión por lo que se recomienda su reparación parcial con cambio de anillos de los pistones.

Solución: luego de la inspección del diferencial posterior se realizo los cambios de todos los rodajes, reten, o-rings; para la reparación parcial del motor diesel se realizo los cambios de los anillos de todos los cilindros, rectificados de las válvulas de admisión y escape de todas las culatas, a la bomba de inyección y los inyectores se le realizo su mantenimiento respectivo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, micrómetro con apoyo magnético, multiplicador de torque, probador de inyectores, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 26 horas

Costo de servicio: \$ 9 772,89

21.- Problema: Dificultades al momento de acelerar al motor diesel.

Horometro: 13 058 hrs.

Diagnostico: El reporte del operador informa que la aceleración esta dura, al realizar la inspección se prueba que esta dura, se revisa las

articulaciones los cuales están en buen estado, por lo que desmonta el cable y se prueba su desplazamiento lo cual tiene dificultad por lo que se recomienda su reemplazo; en la inspección se comprueba que los soportes de cabina esta rotos, en la revisión se observa que la rotula del cilindro de dirección tiene juego se recomienda su cambio; al motor diesel no se estaba apagando de la cabina por lo que en la revisión eléctrica de comprobó que el solenoide de stop (parada) está abierto – se recomienda su cambio; se observa fuga de aceite por el motor hidráulico de traslación – cambiar sellos del bloque superior; la palanca de la luces direccionales está pegado con soldimix se recomienda su reemplazo.

Solución: Se reemplazo el cable de aceleración por presentar dificultad en su desplazamiento; se cambio los soportes de la cabina por estar rotos; para eliminar la fuga de aceite hidráulico por el motor hidráulico se reemplazaron los sellos del bloque hidráulico superior; se reemplazo el solenoide de stop por esta abierto; las rotulas de los cilindros de dirección estaban con juego se reemplazaron; para eliminar la fuga de aceite por el motor hidráulico de traslación se reemplazaron los sellos del bloque hidráulico; la palanca de luces direccionales se reemplazo por esta pegado con soldimix (reparación de emergencia por estar roto).

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, planos eléctricos.

Horas empleadas en la reparación: 10 horas

Costo del servicio: \$ 5 657,69

22.- Problema: Reparación general - el cargador frontal no tiene frente de trabajo además el cargador esta lento en su traslación y el sistema de hidráulico esta recalentando.

Horometro: 13 456 hrs.

Diagnostico: El cargador frontal no tiene frente de trabajo, se solicita el reporte del operador, el cual informe que el esta lento se realiza la evaluación hidráulica de traslación encontrándose las presiones como recomienda la fabrica, se realiza la evaluación del test box donde indica que la señal de la tarjeta electrónica está mal lo que recomienda su cambio; en la revisión del equipo se observa que los cable eléctricos están rescos y rajados por lo que se recomienda su reemplazo de todos los cables eléctricos; por informe del operador se revisa la temperatura del sistema hidráulico la cual está en el máximo permitido por lo que se revisa la presión hidráulica de la bomba hidráulica triple la cual está por debajo de lo recomendado - cambiar y por precaución se recomienda el cambio del motor hidráulico del ventilador del enfriador hidráulico; las planchas del cucharon se realizaron la medición con el medidor de espesor lo que reflejo un desgaste del 50% del espesor nominal por lo que se recomienda su cambio; las bombas de inyección y los inyectores fueron enviados al laboratorio diesel para su mantenimiento respectivo, se solicita realizar los trabajos de planchado y pintura.

Solución: La tarjeta electrónica esta cruzada por lo que se realizo su reemplazo, los cables eléctricos están resacos se cambiaron los cables eléctricos del motor diesel, del sistema hidráulico y del sistema de iluminación; se cambio la bomba hidráulica triple y el motor hidráulico del ventilador del enfriador de aceite por esta presentando temperaturas máxima permitidas; se realizo la reparación del cucharón con cambio de planchas además se cambio la cuchilla así como los adaptadores de uña y las uñas mismas; se realizo el mantenimiento de la bomba de inyección y de los inyectores; se realizo trabajos de planchado y pintura.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, compresímetro, mutitester, test box, tabla de presiones hidráulicas, equipo oxicorte, medidor de espesores, maquina eléctrica de soldar, tacómetro con captador de pulsos, equipo de maniobra, pirómetro digital, probador de inyectores, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 120 horas

Costo del servicio: \$ 18 343,18

23.- Problema: Golpe al realizar los cambio de velocidad

Horometro: 13 996

Diagnostico: Por reporte del operador que informa de golpe al realizar los cambios de velocidad y con la ayuda del estetoscopio de mecánico se pudo determinar que el ruido proviene del centaflex por lo que se realiza el desmontaje de la caja de engranajes observando que el centaflex estaba roto y su apoyo tiene desgaste por lo que se

ordena su cambio, también se observa que la caja de engranaje esta resumiendo aceite por el reten del eje por lo solicita su reemplazo, los soportes del motor diesel están vencidos y rotos se indica que debe ser reemplazados.

Solución: el ruido reportados por el operador se soluciono reemplazando el centaflex y el apoyo de este, la fuga de aceite de la caja de engranaje se solución cambiando el reten del eje, también se cambio los soportes del motor diesel por estar vencidos y rotos, el equipo quedo operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, bandeja de acumulación de aceite, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 8 horas

Costo del servicio: \$ 1 852,00

24.- Problema: Impacto de una piedra en el cilindro de levante, fuga de aceite por el indicado cilindro.

Horometro: 15 034

Diagnostico: Por reporte de la obra que informa que el cargador frontal ha sufrido un accidente por el desprendimiento de una roca el cual impacto en uno cilindro hidráulico de levante, el cual causo una abolladura y el desprendimiento del cromado, por lo tanto determinaron enviar el cilindro hidráulico al taller Metal Técnica para su evaluación y reparación pero luego de la evaluación se determina su reemplazo porque la reparación del vástago no prestaba la garantía de quedar bien por la profundidad de la abolladura, el parabrisas está

roto se solicita su reposición, se observa fuga de aceite por la manguera hidráulica, el motor del limpiaparabrisas no funcionaba esta cruzado y el limpiaparabrisas esta reseco de recomienda su cambio, las uñas del cucharón estaban desgastados se recomienda su cambio.

Solución: Por impacto de la roca el vástago del cilindro hidráulico de levante no es recomendable su reparación por lo que se reemplazo el vástago con el cambio de los sellos hidráulicos de tapa y pistón, las fugas del aceite por las mangueras se solucionaron con el reemplazo de las mangueras hidráulicas, se cambio al motor del limpiaparabrisas por esta cruzado y al limpiaparabrisas por esta reseco, además se cambiaron las uñas del cucharón por esta gastados, el equipo queda operativo.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico y electricista, planos eléctricos, bandeja de acumulación de aceite, equipo de maniobra.

Horas empleadas en la reparación: 12 horas

Costo del servicio: \$ 17 671,68

25.- Problema: Incremento de aceite en la caja power shift.

Horometro: 15 454

Diagnostico: Por reporte de operador que informa un incremento de aceite en la caja transmisión (caja power shift) por lo que se procede a su evaluación primeramente se desmonta el motor hidráulico el cual no presenta huellas de fuga por el reten del eje, luego se desmonta la bomba hidráulica de emergencia de dirección, tampoco presenta

huella de fuga de aceite, después de desmonta el bloque hidráulico donde se observa o-rings resacos los cuales se recomienda su cambio.

Solución: Para eliminar el incremento de aceite de la caja power shift por precaución se reemplazan los retenes de eje del motor hidráulico de traslación y de la bomba hidráulica de dirección (emergencia) además de cambia el juego de o-rings del bloque hidráulico que está ubicado en la parte superior de la caja de transmisión (caja power shift) quedando operativo el cargador frontal.

Equipo y herramientas: Maletín de mecánico, equipo de maniobra, bandeja de acumulación de aceite.

Horas empleadas en la reparación: 6 horas

Costo del servicio: \$ 896,22

3.2.1 Resumen del costo por mantenimiento correctivo

El resumen del costo realizado en el mantenimiento correctivo en el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 hasta las 15,500 horas de funcionamiento es el siguiente:

| Horas | Costo \$ |
|-------|-----------|
| 754 | 388,00 |
| 1 152 | 900,58 |
| 1 851 | 988,25 |
| 2 698 | 655,89 |
| 3 422 | 3 028,30 |
| 4 118 | 985,53 |
| 6 520 | 9 281,64 |
| 7 004 | 20 179,36 |
| 7 222 | 660,87 |
| 7 682 | 7 199,89 |
| 7 841 | 1 446,36 |

| Horas | Costo \$ |
|--------|-----------|
| 8 680 | 1 711,38 |
| 9 152 | 37 673,32 |
| 9 779 | 3 193,35 |
| 10 165 | 1 400,85 |
| 10 267 | 4 831,55 |
| 11 541 | 15 809,68 |
| 12 775 | 9 772,89 |
| 13 058 | 5 657,69 |
| 13 456 | 18 343,18 |
| 13 996 | 1 852,00 |
| 15 034 | 17 671,68 |

| Horas | Costo \$ |
|--------------|-----------------|
| 8 052 | 761,47 |
| 8 368 | 627,44 |

| Horas | Costo \$ |
|--------------|-----------------|
| 15 454 | 896,22 |

El costo total por el mantenimiento correctivo hasta las 15 500 horas de funcionamiento es de 165 917,37 dólares americanos.

3.3 Costo de Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo es básicamente para el análisis de aceite de todos los compartimientos del cargador frontal en periodo de 2000 horas de funcionamiento y el costo por el análisis es nulo porque es un servicio que presta el proveedor sin costo alguno.

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO

En el presente capitulo esta referido al análisis económico en su periodo de vida (15 500 hrs. de funcionamiento) que lleva el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992, en donde se toman las siguientes consideraciones:

El análisis económico se realiza hasta las 15 500 horas de funcionamiento.

El costo de transporte del cargador del taller a la obra y viceversa no esta considerado.

El costo del seguro no esta considerando en el presente informe.

El costo financiero no es considerado.

Los gastos administrativos no son considerados.

La vida útil de equipo es de 60 000 horas.

Se esta considerando la tasa de interés anual igual a 0,00 por lo tanto el valor actual neto (VAN) es igual al valor futuro.

Para los cálculos se tomara como referencia el tipo de cambio de moneda:

1 dólar americano = 2,90 Nuevos Soles.

(de acuerdo con el tipo de cambio de la SUNAT del 15 Feb 2008)

Todos los costos serán a valor de venta donde no están incluidos el impuesto general a la venta (IGV).

4.1 Cálculo de la inversión total

El cálculo de la inversión total realizado en el equipo será tomando en cuenta todos los costos realizados desde la adquisición del equipo hasta las 15 500 horas de funcionamiento siendo los costos siguientes:

4.1.1 Costo por Mantenimiento Preventivo

El costo de mantenimiento preventivo que de acuerdo a lo recomendado por la Fabrica Liebherr se lleva a cabo hasta la 15 500 horas de funcionamiento es lo siguiente:

| Horas | Costo \$ | Horas | Costo \$ |
|-------|----------|--------|----------|
| 50 | 432,12 | 8 000 | 1 724,14 |
| 500 | 669,47 | 8 500 | 669,47 |
| 1 000 | 1 191,39 | 9 000 | 1 191,39 |
| 1 500 | 669,47 | 9 500 | 669,47 |
| 2 000 | 1 724,14 | 10 000 | 1 724,14 |
| 2 500 | 669,47 | 10 500 | 669,47 |
| 3 000 | 1 191,39 | 11 000 | 1 191,39 |
| 3 500 | 669,47 | 11 500 | 669,47 |
| 4 000 | 1 724,14 | 12 000 | 1 724,14 |
| 4 500 | 669,47 | 12 500 | 669,47 |
| 5 000 | 1 191,39 | 13 000 | 1 191,39 |
| 5 500 | 669,47 | 13 500 | 669,47 |
| 6 000 | 1 724,14 | 14 000 | 1 724,14 |
| 6 500 | 669,47 | 14 500 | 669,47 |
| 7 000 | 1 191,39 | 15 000 | 1 191,39 |
| 7 500 | 669,47 | 15 500 | 669,47 |

Costo por mantenimiento preventivo es: \$ 32 743,74 dólares americanos.

4.1.2 Costo por Mantenimiento Correctivo

Los costos por mantenimiento correctivo realizados en el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 hasta las 15 500 horas de funcionamiento son los siguientes:

| Horas | Costo \$ | Horas | Costo \$ |
|-------|-----------|--------|-----------|
| 754 | 388,00 | 8 680 | 1 711,38 |
| 1 152 | 900,58 | 9 152 | 37 673,32 |
| 1 851 | 988,25 | 9 779 | 3 193,35 |
| 2 698 | 655,89 | 10 165 | 1 400,85 |
| 3 422 | 3 028,30 | 10 267 | 4 831,55 |
| 4 118 | 985,53 | 11 541 | 15 809,68 |
| 6 520 | 9 281,64 | 12 775 | 9 772,89 |
| 7 004 | 20 179,36 | 13 058 | 5 657,69 |
| 7 222 | 660,87 | 13 456 | 18 343,18 |
| 7 682 | 7 199,89 | 13 996 | 1 852,00 |
| 7 841 | 1 446,36 | 15 034 | 17 671,68 |
| 8 052 | 761,47 | 15 454 | 896,22 |
| 8 368 | 627,44 | | |

Costo por mantenimiento correctivo es: \$ 165 917,37 dólares americanos.

4.1.3 Costo por consumo de combustible.

El costo del combustible consumido en las 15 500 horas de funcionamiento del Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 es lo siguiente:

Consumo horario de combustible es de: 3,8 galones por hora

Costo de 01 galón de combustible, siendo el precio de venta de:

S/ 10,70 Nuevos Soles

Valor de venta 01 galón de combustible es:

S/. 8,99 Nuevos Soles = \$ 3,10 dólares americanos

Costo horario de combustible del cargador frontal

$3,10 \times 3,8 = \$ 11,78$ dólares americanos

Costo de combustible en las 15 500 horas de funcionamiento es:

$15\,500 \times 9,30 = \$ 182\,590,00$ dólares americanos

Nota: Valor venta + IGV = Precio venta

4.1.4 Costo por remuneración del operador

La remuneración mensual de un operador de un cargador frontal

Liebherr es de:

S/. 1 600,00 Nuevos Soles

De acuerdo con las Legislación Laboral Peruanos a todo trabajador se le otorgan los siguientes beneficios anualmente:

01 remuneración por Fiesta Patrias

01 remuneración por Fiestas Navideñas

01 remuneración por CTS

01 remuneración por Vacaciones

01 remuneración por Tiempo de Servicio

El costo por remuneración mensual por el servicio del operador es de: $1\,600,00 \times (17 / 12) = 2\,266,67$

El Costo horario por remuneración por el servicio del operador es de: $2\,266,67 / (30 \times 8) = S/. 9,44$ Nuevos Soles

= \$ 3,26 dólares americanos

El costo por remuneración por el servicio del operador en las 15 500 horas de funcionamiento del Cargador Frontal Liebherr L 541 es: $15\,500 \times 3,26 = \$ 50\,530,00$ dólares Americanos.

4.1.5 Costo de adquisición del Cargador Frontal Liebherr L 541

El costo (valor) de adquisición Cargador Frontal Liebherr L 541 de serie 289 – 1992 es de:

\$ 180 000,00 dólares americanos.

4.1.6 Ajuste de la curva del costo de inversión

Para graficar la curva de las inversiones realizados en el cargador frontal se realizara el ajuste de la curva de acuerdo con la teoría del método del mínimo cuadrado (ver el subcapitulo 2.3) y los ingreso generados por el alquiler del cargador frontal tiene una tendencia lineal.

Asumiendo que la tendencia que la curva de costo de inversión es forma cuadrática tenemos la siguiente ecuación:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Siendo:

La y es la suma del costo de mantenimiento preventivo + costo mantenimiento correctivo + costo de combustible + costo del operador + costo adquisición del equipo.

La variable x son las horas de funcionamiento del Cargador Frontal

| n | Horas Xi | Costo \$ Mtto Preventivo + correctivo | Costo \$ Combustible | Costo \$ Operador | Costo \$ Compra Equipo | Costo \$ acumulado Yi |
|----|-------------|---|-------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 000 | 180 000 |
| 2 | 50 | 432 | 589 | 163 | 180 000 | 181 184 |
| 3 | 500 | 1 102 | 5 890 | 1 630 | 180 000 | 188 622 |
| 4 | 754 | 1 490 | 8 882 | 2 458 | 180 000 | 192 830 |
| 5 | 1 000 | 2 681 | 11 780 | 3 260 | 180 000 | 197 721 |
| 6 | 1 152 | 3 582 | 13 571 | 3 756 | 180 000 | 200 908 |
| 7 | 1 500 | 4 251 | 17 670 | 4 890 | 180 000 | 206 811 |
| 8 | 1 851 | 5 239 | 21 805 | 6 034 | 180 000 | 213 078 |
| 9 | 2 000 | 6 963 | 23 560 | 6 520 | 180 000 | 217 043 |
| 10 | 2 500 | 7 633 | 29 450 | 8 150 | 180 000 | 225 233 |
| 11 | 2 698 | 8 289 | 31 782 | 8 795 | 180 000 | 228 867 |
| 12 | 3 000 | 9 480 | 35 340 | 9 780 | 180 000 | 234 600 |
| 13 | 3 422 | 12 508 | 40 311 | 11 156 | 180 000 | 243 975 |
| 14 | 3 500 | 13 178 | 41 230 | 11 410 | 180 000 | 245 818 |
| 15 | 4 000 | 14 902 | 47 120 | 13 040 | 180 000 | 255 062 |
| 16 | 4 118 | 15 888 | 48 510 | 13 425 | 180 000 | 257 822 |
| 17 | 4 500 | 16 557 | 53 010 | 14 670 | 180 000 | 264 237 |
| 18 | 5 000 | 17 748 | 58 900 | 16 300 | 180 000 | 272 948 |
| 19 | 5 500 | 18 418 | 64 790 | 17 930 | 180 000 | 281 138 |
| 20 | 6 000 | 20 142 | 70 680 | 19 560 | 180 000 | 290 382 |
| 21 | 6 500 | 20 812 | 76 570 | 21 190 | 180 000 | 298 572 |
| 22 | 6 520 | 30 093 | 76 806 | 21 255 | 180 000 | 308 154 |
| 23 | 7 000 | 31 285 | 82 460 | 22 820 | 180 000 | 316 565 |
| 24 | 7 004 | 51 464 | 82 507 | 22 833 | 180 000 | 336 804 |
| 25 | 7 222 | 52 125 | 85 075 | 23 544 | 180 000 | 340 744 |
| 26 | 7 500 | 52 794 | 88 350 | 24 450 | 180 000 | 345 594 |
| 27 | 7 682 | 59 994 | 90 494 | 25 043 | 180 000 | 355 531 |
| 28 | 7 841 | 61 441 | 92 367 | 25 562 | 180 000 | 359 369 |
| 29 | 8 000 | 63 165 | 94 240 | 26 080 | 180 000 | 363 485 |
| 30 | 8 052 | 63 926 | 94 853 | 26 250 | 180 000 | 365 028 |
| 31 | 8 368 | 64 554 | 98 575 | 27 280 | 180 000 | 370 408 |
| 32 | 8 500 | 65 223 | 100 130 | 27 710 | 180 000 | 373 063 |
| 33 | 8 680 | 66 934 | 102 250 | 28 297 | 180 000 | 377 482 |
| 34 | 9 000 | 68 126 | 106 020 | 29 340 | 180 000 | 383 486 |
| 35 | 9 152 | 105 799 | 107 811 | 29 836 | 180 000 | 423 445 |
| 36 | 9 500 | 106 469 | 111 910 | 30 970 | 180 000 | 429 349 |
| 37 | 9 779 | 109 662 | 115 197 | 31 880 | 180 000 | 436 738 |
| 38 | 10 000 | 111 386 | 117 800 | 32 600 | 180 000 | 441 786 |
| 39 | 10 165 | 112 787 | 119 744 | 33 138 | 180 000 | 445 669 |

| n | Horas Xi | Costo \$ Mtto Preventivo + correctivo | Costo \$ Combustible | Costo \$ Operador | Costo \$ Compra Equipo | Costo \$ acumulado Yi |
|----|-------------|---|-------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 40 | 10 267 | 117 619 | 120 945 | 33 470 | 180 000 | 452 034 |
| 41 | 10 500 | 118 288 | 123 690 | 34 230 | 180 000 | 456 208 |
| 42 | 11 000 | 119 479 | 129 580 | 35 860 | 180 000 | 464 919 |
| 43 | 11 500 | 120 149 | 135 470 | 37 490 | 180 000 | 473 109 |
| 44 | 11 541 | 135 959 | 135 953 | 37 624 | 180 000 | 489 535 |
| 45 | 12 000 | 137 683 | 141 360 | 39 120 | 180 000 | 498 163 |
| 46 | 12 500 | 138 352 | 147 250 | 40 750 | 180 000 | 506 352 |
| 47 | 12 775 | 148 125 | 150 490 | 41 647 | 180 000 | 520 261 |
| 48 | 13 000 | 149 316 | 153 140 | 42 380 | 180 000 | 524 836 |
| 49 | 13 058 | 154 974 | 153 823 | 42 569 | 180 000 | 531 366 |
| 50 | 13 456 | 173 317 | 158 512 | 43 867 | 180 000 | 555 696 |
| 51 | 13 500 | 173 987 | 159 030 | 44 010 | 180 000 | 557 027 |
| 52 | 13 996 | 175 839 | 164 873 | 45 627 | 180 000 | 566 339 |
| 53 | 14 000 | 177 563 | 164 920 | 45 640 | 180 000 | 568 123 |
| 54 | 14 500 | 178 232 | 170 810 | 47 270 | 180 000 | 576 312 |
| 55 | 15 000 | 179 424 | 176 700 | 48 900 | 180 000 | 585 024 |
| 56 | 15 034 | 197 095 | 177 101 | 49 011 | 180 000 | 603 207 |
| 57 | 15 454 | 197 992 | 182 048 | 50 380 | 180 000 | 610 420 |
| 58 | 15 500 | 198 661 | 182 590 | 50 530 | 180 000 | 611 781 |

Para encontrar las constantes de a_0 , a_1 , a_2 utilizaremos el método del ajuste de curva del mínimo cuadrado (ver el subcapítulo 2.3) siendo la solución 3 ecuaciones con 3 incógnitas la ecuación cuadrática esta definida:

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$\sum_1^n y_i = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2$$

$$\sum_1^n y_i x_i = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3$$

$$\sum_1^n y_i x_i^2 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4$$

Realizando la sumatoria del cuadro arriba descrito tenemos el siguiente resultado:

| | |
|------------------|-------------------------|
| n | 58 |
| $\sum X_i$ | 458 091 |
| $\sum Y_i$ | 21 800 263 |
| $\sum X_i^2$ | 4816 522 519 |
| $\sum X_i^3$ | 56 534 457 853 299 |
| $\sum X_i^4$ | 707 493 959 819 024 000 |
| $\sum Y_i X_i$ | 206 810 909 244 |
| $\sum Y_i X_i^2$ | 2 360 255 198 524 400 |

Para el detalle de la sumatoria ver el apéndice del informe.

Reemplazando las sumatorias y resolviendo las 03 ecuaciones tenemos los siguientes resultados:

$$a_0 = 174\ 862 \ ; \ a_1 = 18,08 \ ; \ a_2 = 7,0 * 10^{-4}$$

Reemplazando tenemos la ecuación cuadrática del costo de inversión.

$$y = 174\ 862 + 18,08 x + 7,0 * 10^{-4} x^2 \dots\dots\dots(1)$$

La inversión total realizada en el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 hasta las 15 500 horas de funcionamiento es la suma del mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, costo del consumo del combustible, costo de la remuneración del operador y costo (valor de adquisición) de cargador frontal Liebherr L 541 es:

$$32\ 743,74 + 165\ 917,37 + 182\ 590,00 + 50\ 530,00 + 180\ 000,00 =$$

\$ 611 781,11 dólares americanos.

4.2 Ingreso Económico del Cargador Frontal Liebherr L 541

El ingreso económico obtenido por el Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 -1992 es por el alquiler horario bajo las siguientes condiciones:

- El combustible del equipo esta incluido.
- Incluye los lubricantes, repuestos, reparaciones.
- La remuneración del operador.
- No incluye la alimentación ni el alojamiento del operador.
- No incluye el transporte del Cargador Frontal a la obra.
- No incluye el seguro por accidente de cualquier índole.

El ingreso económico horario por el cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 es de:

\$ 50,00 dólares americanos.

El ingreso económico total por la utilización del Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 de 15 500 horas de funcionamiento es de:

$15\ 500,00 \times 50 = \$ 775\ 000,00$ dólares americanos.

Siendo la curva de ingreso una curva lineal con una pendiente de 50 tenemos:

$$y = 50 x \dots\dots\dots(2)$$

4.3 Cálculo de la utilidad bruta

Siendo la utilidad bruta la diferencia entre ingreso obtenido y costo de inversión realizado.

La utilidad bruta para las 15 500 horas de funcionamiento del cargador frontal es de: \$ 163 218,89 dólares americanos.

Además realizando la diferencia de la ecuación (2) – (1) tenemos:

$$y = -174\ 862 + 31,92 x - 7,0 * 10^{-4} x^2 \dots\dots\dots(3)$$

Realizando $y = 0$ y resolviendo la ecuación cuadrática tenemos:

$$0 = -174\ 862 + 31,92 x - 7,0 * 10^{-4} x^2$$

$$x_1 = 6\ 736 \text{ horas.}$$

$$x_2 = 39\ 223 \text{ horas.}$$

Nota:

En donde la inversión es igual a la utilidad bruta es en los puntos x_1 , x_2

Para hallar la máxima utilidad bruta realizaremos la derivada de la ecuación de la utilidad bruta e igualando a cero tenemos:

$$0 = 31,92 - 14,0 * 10^{-4} x$$

Donde tenemos:

$$x_3 = 22\ 800 \text{ horas.}$$

4.4 Cálculo del valor contable del equipo

Para el cálculo del valor contable (valor no depreciado) es necesario calcular primero el valor de la depreciación del equipo para lo cual usaremos el método de la línea recta (depreciación lineal).

Las depreciaciones se calcularán sobre el valor de adquisición o producción de los bienes (Decreto supremo 179 – 2004 – EF / Capítulo I – Artículo 41), por lo tanto el valor computable será el valor de adquisición

Y con acuerdo del reglamento de la ley del impuesto a la renta (Decreto supremo 179 – 2004 – EF/ artículo 22 inciso b) donde no indica que la maquinaria y equipo utilizado por las actividades minera, petrolera y de construcción, la depreciación no debe ser mayor del 20% anual (vida útil mínima de 5 años); para nuestro cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 tiene una vida útil de 60 000 horas la cual cumple con la norma

El valor residual es el valor que tendrá al final de su vida útil, para nuestro caso al final de la vida útil el cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 tendrá un valor de 10 000 dólares americanos.

La depreciación para un periodo de horas de funcionamiento del cargador frontal es:

$$D = \left(\frac{\text{valor..adquisicion} - \text{valor..residual}}{\text{vida..util}} \right) * (\text{horas.de.funcionamiento})$$

El valor contable (y) es igual a:

$$y = \text{valor..adquisicion} - D$$

Reemplazando los valores de valor de adquisición, valor residual y vida útil del cargador frontal tenemos:

$$y = 180\,000 - \frac{17}{6} x \dots\dots\dots(4)$$

El valor contable del equipo a las 15,500 de funcionamiento es de:

\$ 136 083,33 dólares americanos.

4.5 Cálculo de la ganancia

Siendo la ganancia es la suma del valor contable y la utilidad bruta.

Siendo la ganancia para las 15 500 horas de funcionamiento de:

\$ 299 302,22 dólares americanos

Sumando la ecuación (4) + (3) obtenemos:

$$y = \left(180\ 000 - \frac{17}{6} x \right) + (-174\ 862 + 31,92x - 7,0 * 10^{-4} x^2)$$

Sumando y simplificando tenemos la siguiente ecuación:

$$y = 5\ 138 + 29,09 x - 7,0 * 10^{-4} x^2 \dots\dots\dots(5)$$

Realizando $y = 0$ y resolviendo la ecuación cuadrática tenemos:

$$0 = 5\ 138 + 29,09 x - 7,0 * 10^{-4} x^2$$

$$x_4 = -176 \text{ horas.}$$

$$x_5 = 41\ 728 \text{ horas.}$$

Nota: x_4 es negativo no tiene valor práctico y x_5 no indica que a partir de este valor la ganancia se convierte en pérdida

Para hallar la máxima ganancia realizaremos la derivada de la ecuación de la ganancia e igualando a cero tenemos:

$$0 = 29,09 - 14,0 * 10^{-4} x$$

Donde tenemos:

$$x_6 = 20\ 750 \text{ horas}$$

4.6 Cálculo de la rentabilidad

La rentabilidad es la división entre la ganancia y la inversión en porcentaje

Siendo la rentabilidad de la inversión realizada hasta las 15 500 horas de funcionamiento del cargador frontal es: 45 %

Realizando la división de la ecuación (5) ÷ (1) tenemos:

$$y = \frac{u_x}{v_x} = \frac{5\,138 + 29,09x - 7,0 * 10^{-4}x^2}{174\,862 + 18,08x + 7,0 * 10^{-4}x^2} \dots\dots(6)$$

Para hallar la máxima utilidad realizaremos la derivada de la ecuación de la utilidad e igualando a cero tenemos:

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{v \partial u - u \partial v}{v^2} = 0$$

Para que se cumpla la condición de la derivada es igual a cero tenemos la siguiente ecuación:

$$0 = v \partial u - u \partial v$$

Reemplazando tenemos (el desarrollo ver el apéndice):

$$0 = (174\,862 + 18,08x + 7,0 * 10^{-4}x^2) * (29,09 - 14,0 * 10^{-4}x) - (5\,138 + 29,09x - 7,0 * 10^{-4}x^2) * (18,08 + 14,0 * 10^{-4}x)$$

Resolviendo tenemos la siguiente ecuación:

$$0 = 5\,763\,290,33 - 252,30x - 0,033x^2$$

Resolviendo la ecuación cuadrática tenemos:

$$x_7 = -16\,685 \text{ horas}$$

$$x_8 = 9\,052 \text{ horas}$$

Nota: x_7 es negativo no tiene valor práctico y x_8 nos indica que en las 9 052 horas de funcionamiento se obtuvo la máxima rentabilidad

4.7 Cálculo del 25% de la rentabilidad

Por política de la empresa toda inversión económica deberá tener una rentabilidad mayor del 25%.

Por lo tanto a la ecuación (6) haremos igual a 25%

$$0,25 = \frac{5\,138 + 29,09 x - 7,0 * 10^{-4} x^2}{174\,862 + 18,08 x + 7,0 * 10^{-4} x^2}$$

Multiplicando, ordenando y simplificando obtenemos la siguiente ecuación:

$$0 = -154\,311,60 + 98,27 x - 35 * 10^{-4} x^2$$

Resolviendo la ecuación cuadrática tenemos el siguiente resultado:

$$x_9 = 1\,670 \text{ horas}$$

$$x_{10} = 26\,407 \text{ horas}$$

Nota: El rango de rentabilidad donde la empresa tiene el acuerdo del directorio está entre los valores x_9 y x_{10}

4.8 Cálculo del valor comercial de tasación

Para nuestro cálculo del valor de tasación utilizaremos el Reglamento de Tasaciones del Perú, siendo la tasación o valuación de un bien es el estudio, análisis y en donde se determina sus cualidades y características en una determinada fecha para establecer la estimación del valor razonable y justo (Reglamento de Tasaciones del Perú – Título I /Artículo I.02)

La metodología a aplicarse para tasar maquinaria y equipos consistirá en determinar el valor actual del equipo obtenido a partir del valor de adquisición a la fecha de un similar nuevo al que se le aplicara un factor de

depreciación calculado a base de su edad y periodo de uso productivo futuro del equipo así como por obsolescencia teniendo como límite inferior el valor residual que pueda obtenerse del bien al ponerlo fuera de uso, a este valor actual de tasación del bien se le denomina valor actual comercial de tasación, en razón a que la base del precio similar nuevo es el del mercado en el momento de la valuación.

El perito sobre la base de este valor y a su criterio previo estudio del mercado, puede afectar dicho valor actual con un factor de mejoramiento o desmejoramiento debidamente fundamentado, obteniéndose así un valor de mercado definitivo a la fecha (Reglamento de Tasaciones del Perú – Título V /Capítulo A /Artículo V.A.04).

El valor residual de un equipo será el que se pueda obtener por el al ponerse fuera de uso al término de su periodo de vida útil. El perito podrá considerar como valor residual un porcentaje no mayor del 10% del valor similar nuevo (Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú - Título V, Capítulo D, Artículo V.D.19); en nuestro caso estamos asumiendo un valor residual de 10 000 dólares americanos que es menor del 10% del valor similar nuevo.

La depreciación de acuerdo con el reglamento de tasaciones:

$$D = (V_{sn} - R)(E/T) \quad \dots\dots\dots (7)$$

donde:

D = Monto calculado de la depreciación

V_{sn}= Valor similar nuevo

R = Valor residual del cargador frontal

E = Horas de funcionamiento del equipo

P = Expectativa de vida útil a partir del horometro de la fecha

T = Sumatoria de horas de funcionamiento y de la expectativa de la vida útil ($T = E + P$)

El grado de operatividad (G_o) es un coeficiente que será aplicado al valor actual o valor de tasación (VT) obtenido de la maquinaria o equipo a partir de los dos tercios de su periodo de uso productivo o cuando a criterio del perito la maquinaria o equipo no cumplen con los requisitos de facilidad de obtención de repuestos y accesorios, capacidad de ampliación o de modernización y confiabilidad (Reglamento de Tasaciones del Perú – Titulo V /Capitulo D /Articulo V.D.21)

| Factores | B: Bueno | R: Regular | D: Deficiente |
|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Repuestos | 0,00 – 0,05 | 0,06 – 0,11 | 0,12 – 0,18 |
| Accesorios | 0,00 – 0,05 | 0,06 – 0,11 | 0,12 – 0,18 |
| Capacidad ampliación | 0,00 – 0,05 | 0,06 – 0,11 | 0,12 – 0,18 |
| Confiabilidad | 0,00 – 0,05 | 0,06 – 0,11 | 0,12 – 0,18 |

Cuando se determina el valor de tasación de una maquinaria o equipo y a criterio del perito, este bien cumple con todos los requisitos de repuestos, accesorios, capacidad de ampliación o modernización y confiabilidad, el grado de operatividad (G_o) será igual a la unidad ($G_o=1$), en caso contrario se sumaran los valores obtenidos de cada uno de estos factores y el resultado de la suma se restara de la unidad (Reglamento de Tasaciones del Perú – Titulo V /Capitulo D /Articulo V.D.23)

Para nuestro caso del análisis del Cargador Frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992

Fecha de la evaluación: Abril 2008

Año de Fabricación: 1998

Fecha de adquisición: Abril 2000

Precio de Compra: 180 000 dólares americanos

Estado Actual: Bueno

Horometro a la Fecha: 15 500 horas

Vida útil del cargador frontal: 60 000 horas

Expectativa de vida útil a partir de la fecha: 30 000 horas

Valor de equipo similar nuevo a la fecha: 240 000 dólares americanos

Para el cálculo de la depreciación del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 -1992 utilizaremos la ecuación (7)

Siendo el valor residual de \$ 10 000 dólares americanos y

$$T = 15\,500 + 30\,000 = 45\,500$$

Reemplazando los valores en la ecuación (7) tenemos lo siguiente:

$$D = (240\,000 - 10\,000) (15\,500/45\,500)$$

$$D = 78\,351 \text{ dólares americanos}$$

El cálculo del valor de tasación (V_t)

$$V_t = V_{sn} - D$$

Reemplazado los valores tenemos:

$$V_t = 240\,000 - 78\,351 = 161\,648 \text{(8)}$$

El valor de tasación del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 es de: 161 648 dólares americanos

Para el cálculo del valor comercial de tasación (V_c) utilizaremos la siguiente ecuación:

$$V_c = (V_{sn} - D)G_o = V_t * G_o * F_{ea} \dots\dots\dots(9)$$

El cálculo del grado de operatividad (G_o) es como sigue:

$$G_o = 1 - (F_{re} + F_{acc} + F_{ca} + F_{co}) \dots\dots\dots(10)$$

En concordancia con la tabla de factores tenemos:

F_{re} = Factor de repuesto

F_{acc} = Factor de accesorios

Para la adquisición de repuestos y accesorios se obtiene en su totalidad pero puede demorar un par de días por no tener stock la fabrica por lo cual asumiremos un valor de $F_{re} = F_{acc} = 0,05$

F_{ca} = Factor de capacidad de ampliación

El factor de capacidad de modernización o ampliación tecnológica es difícil lo cual se tiene que realizar la consulta respectiva a la fabrica Liebherr porque el modelo del cargador frontal L 541 no está en la línea de producción el cual fue reemplazado por el modelo del L 544 por lo que asumiremos el factor de capacidad de ampliación igual a 0,15

El factor de confiabilidad es buena con la reparación de mantenimiento total realizado (no es un over hall) al cargador frontal Liebherr por lo tanto asumiremos $F_{co} = 0,05$

El estado actual debe considerar las condiciones físicas y operativas del equipo, calificándolas como muy bueno, bueno, regular o malo, asignándole el perito un factor de 1,00 y 0,10 (Reglamento de Tasaciones del Perú – Titulo V /Capitulo D /Articulo V.D.13);

Para el factor de mercado para nuestro caso será igual al factor de estado actual del equipo que en nuestro caso donde el cargador se le ha realizado una reparación de mantenimiento (no over hall), pintado, cambiado el tapiz de la cabina pero los neumáticos son usados en buen estado, asumiremos un factor de estado actual $Fea = 0,85$

Reemplazando los factores en la ecuación (10) tenemos

$$Go = 1 - (0,05 + 0,05 + 0,15 + 0,05) = 0,70$$

Reemplazando Go , Vt y Fea en la ecuación (9) tenemos:

$$Vc = 161\ 648 * 0,70 * 0,85 = 96\ 180$$

Siendo el valor comercial de tasación del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 de 96 180 dólares americanos

Nota: El valor comercial de tasación no siempre es igual al valor de reposición que es el costo del cargador frontal que se vendería a la fecha (el día de la evaluación).

4.9 Valor mercado

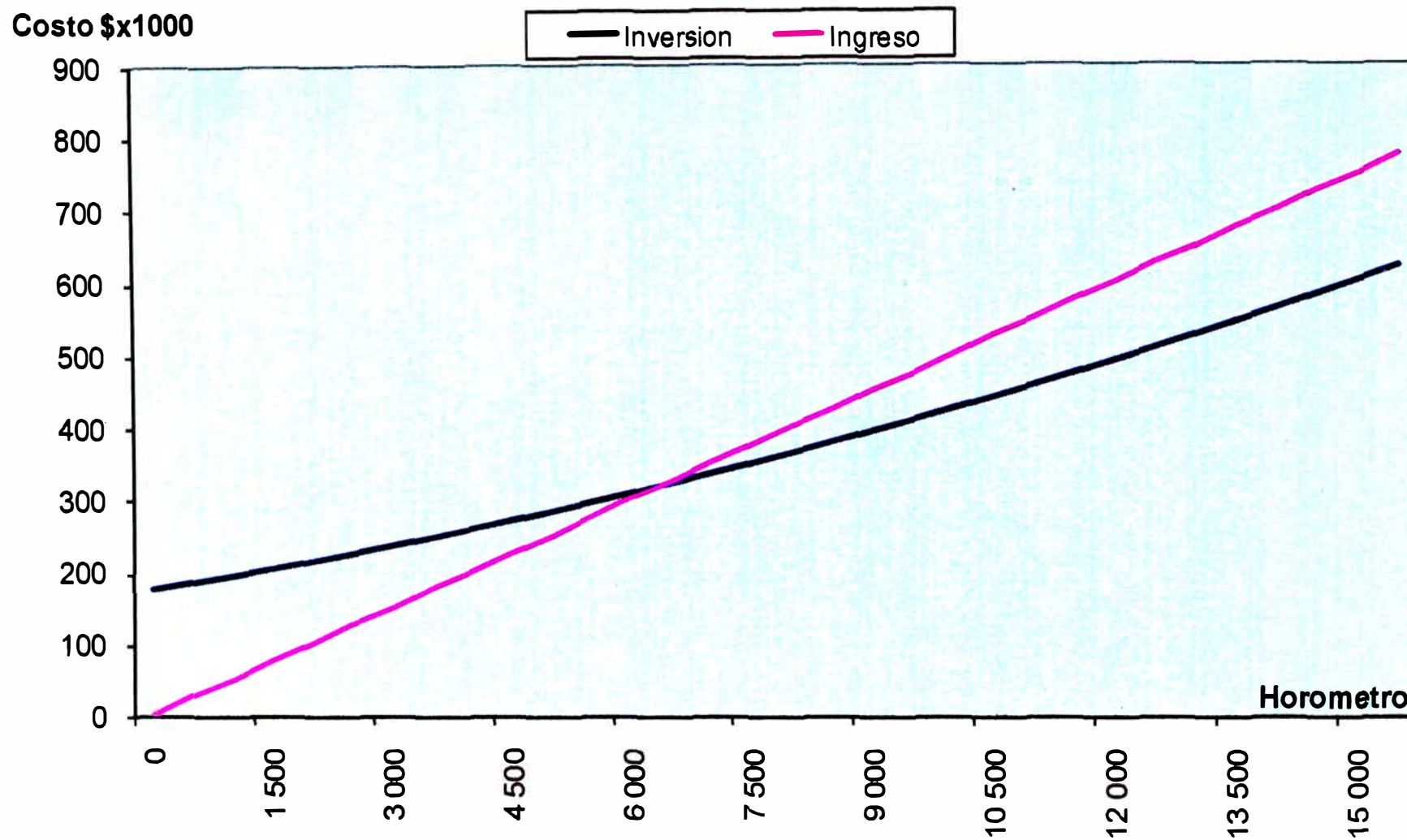
Para obtener el valor de mercado se ha contado con la participación del departamento de ventas de equipos y maquinaria de Metal Técnica quienes nos presentaron el siguiente cuadro:

| Marca | Modelo | Horometro | Potencia (hp) | Capacidad m3 | Precio \$ |
|----------|---------|-----------|---------------|--------------|-----------|
| Liebherr | L 541 | 15 300 | 160.00 | 3,0 | 93 500 |
| CAT | 950 F | 17 700 | 182.00 | 2,9 | 86 700 |
| Komatsu | WA 380 | 17 600 | 192.00 | 3,1 | 91 800 |
| Volvo | L 120 C | 18 900 | 201.00 | 3,3 | 93 500 |

Luego de la opinión del Gerente de venta, que tiene una larga experiencia (20 años en el rubro) en la venta de equipos y maquinarias quien

recomendó una reparación con un presupuesto de \$ 25 000,00 dólares americanos y poner a la venta del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 en la suma de \$ 90 000,00 dólares americanos.

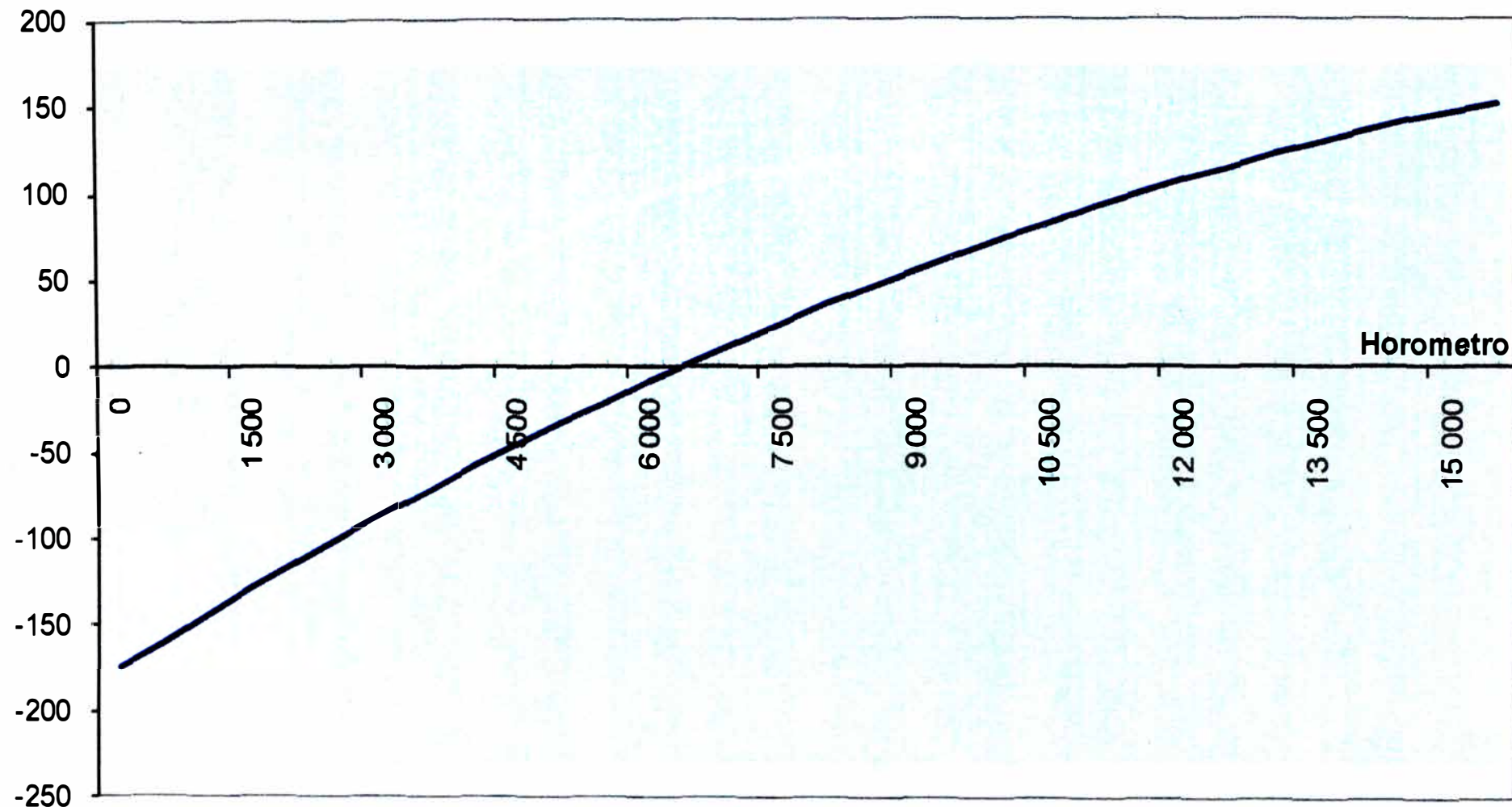
VARIACION DE LA INVERSION Y DEL INGRESO



En las 6 370 horas: la inversion realizada es igual a los ingresos obtenidos por el alquiler del equipo

EVOLUCION DE LA UTILIDAD BRUTA

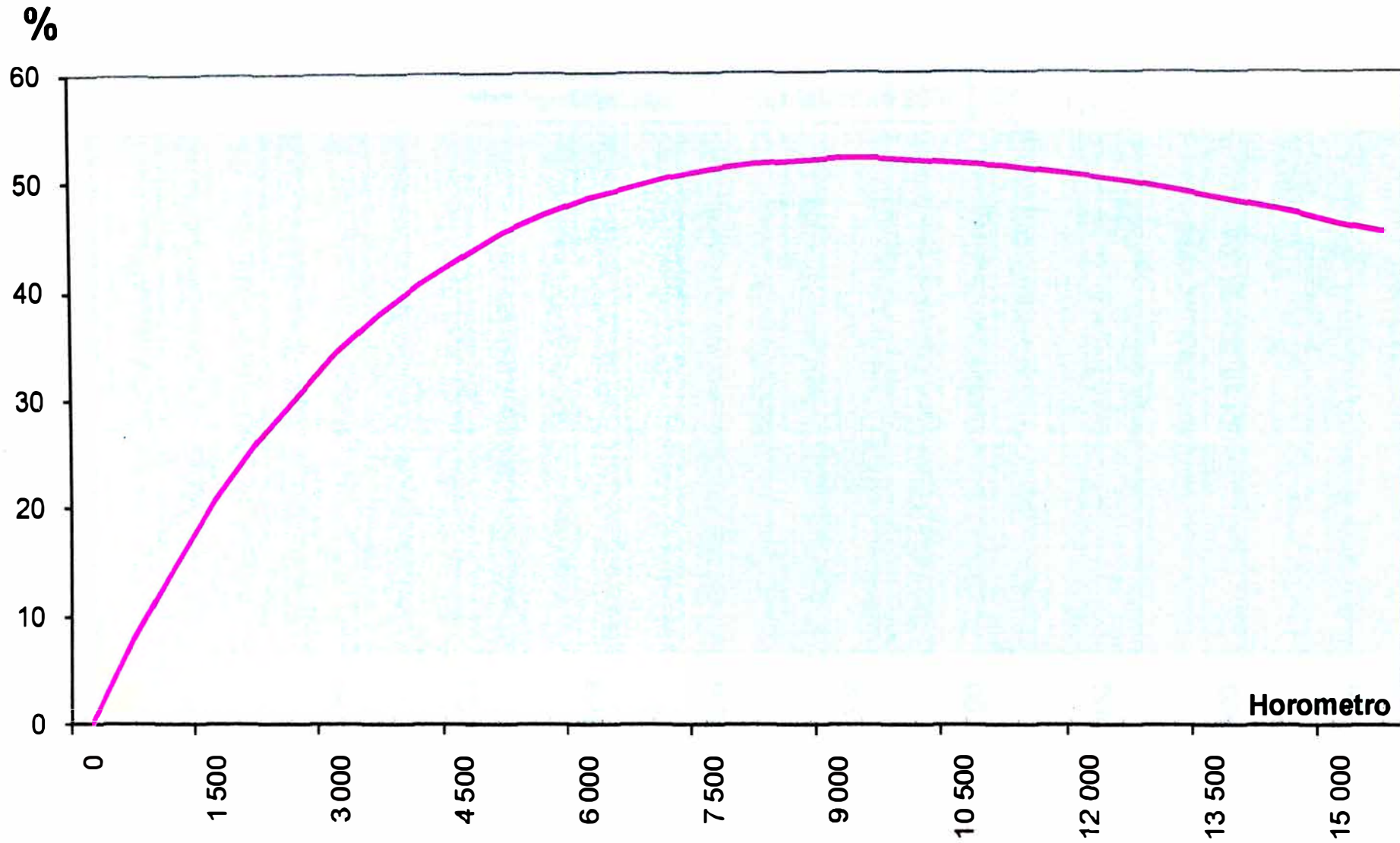
Costo \$x1000



En las 6 736 y 39 223 horas la utilidad bruta es igual a cero (zona de utilidad bruta positiva)

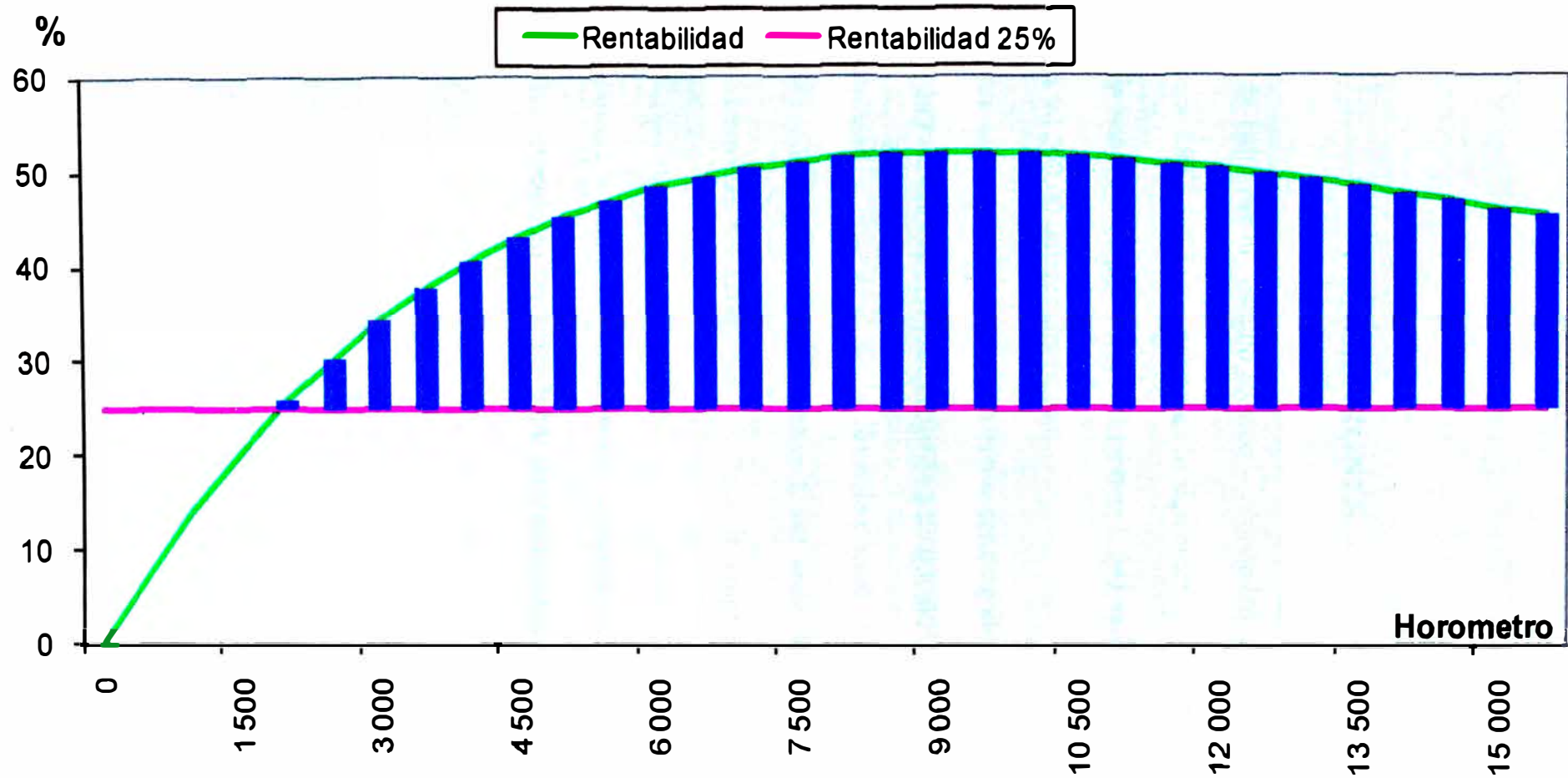
La utilidad bruta maxima se obtiene en las 22 800 horas de funcionamiento

VARIACION DE LA RENTABILIDAD ECONOMICA



La rentabilidad maxima se obtiene en las 9 052 horas de funcionamiento

INTERVALO DE RENTABILIDAD MAYOR DEL 25%



El intervalo de 1 670 hasta 26 407 horas es la zona donde la rentabilidad es aceptable por la empresa

CONCLUSIONES

Después de culminar el estudio técnico – económico del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 se concluye en lo siguiente:

- 1.- Realizar la venta del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 por un valor de \$ 90 000,00 dólares americanos.
- 2.- Se realizara la reparación antes de la venta del cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 con un presupuesto de \$ 25 000,00 dólares americanos.
- 3.- La rentabilidad a obtenerse de la inversión total realizada (incluido la reparación) en el cargador frontal Liebherr L 541 serie 289 – 1992 es de 36% que está dentro de los estándares que tiene la empresa como política de inversión.
- 4 La rentabilidad máxima de la inversión realizada en el cargador frontal Liebherr ha ocurrido en las 9 052 horas de funcionamiento con un valor del 52%.

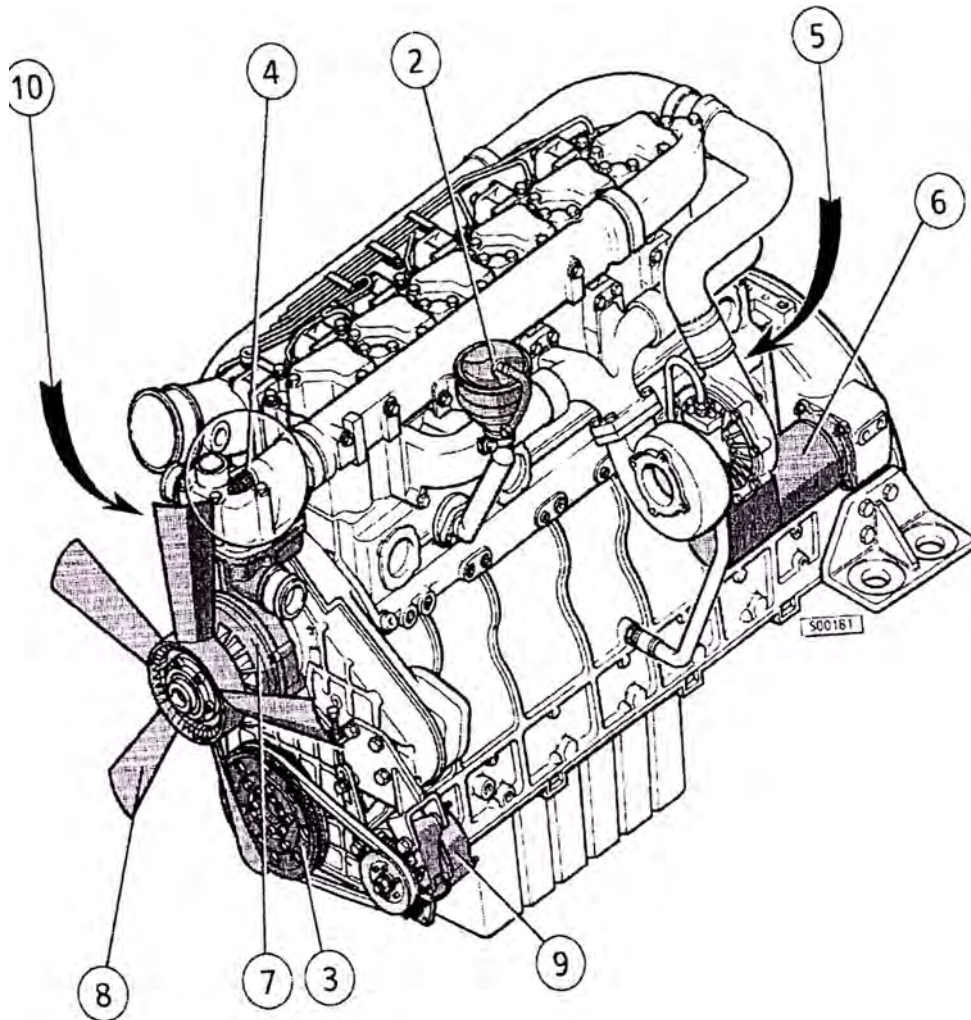
BIBLIOGRAFIA

1. Departamento de Física – UNI – Manual de Experimentos de Física General – 1981
2. Enrique Dounce Villanueva – La Productividad en el Mantenimiento Industrial – Segunda Reimpresión México 2000
3. Liebherr-Werk Bischofshofen GMBH – Service Manual Wheel Loader L 511 – L 541 - 1991
4. Marks – Manual del Ingeniero Mecánico – Octava Edición - Volumen I – 1985
5. Liebherr International Ag – Technical Handbook Earthmoving Product Lines – Edition 1992
6. Liebherr-Werk Bischofshofen GMBH – Operation and Maintenance Manual L 541 – Edition 1997
7. Francisco Javier Gonzáles Fernández – Teoría y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado – España 2003
8. Walter Zans Arimana – Matemática Financiera – Edición 2004

PLANOS

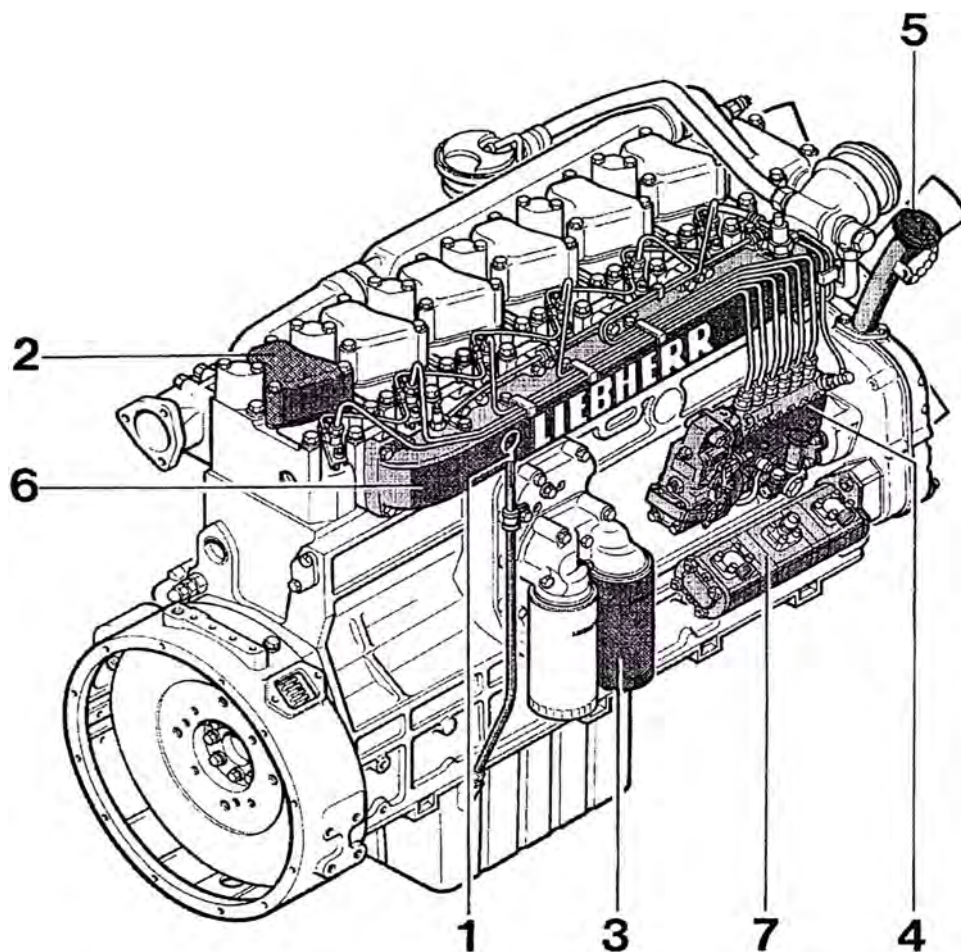
- Motor diesel
- Plano hidráulico de traslación
- Plano hidráulico de traslación – Power shift
- Plano hidráulico de traslación – sistema de freno
- Plano hidráulico de traslación – Sistema de dirección
- Plano hidráulico de trabajo
- Plano Eléctrico

DESCRIPCION MOTOR DIESEL



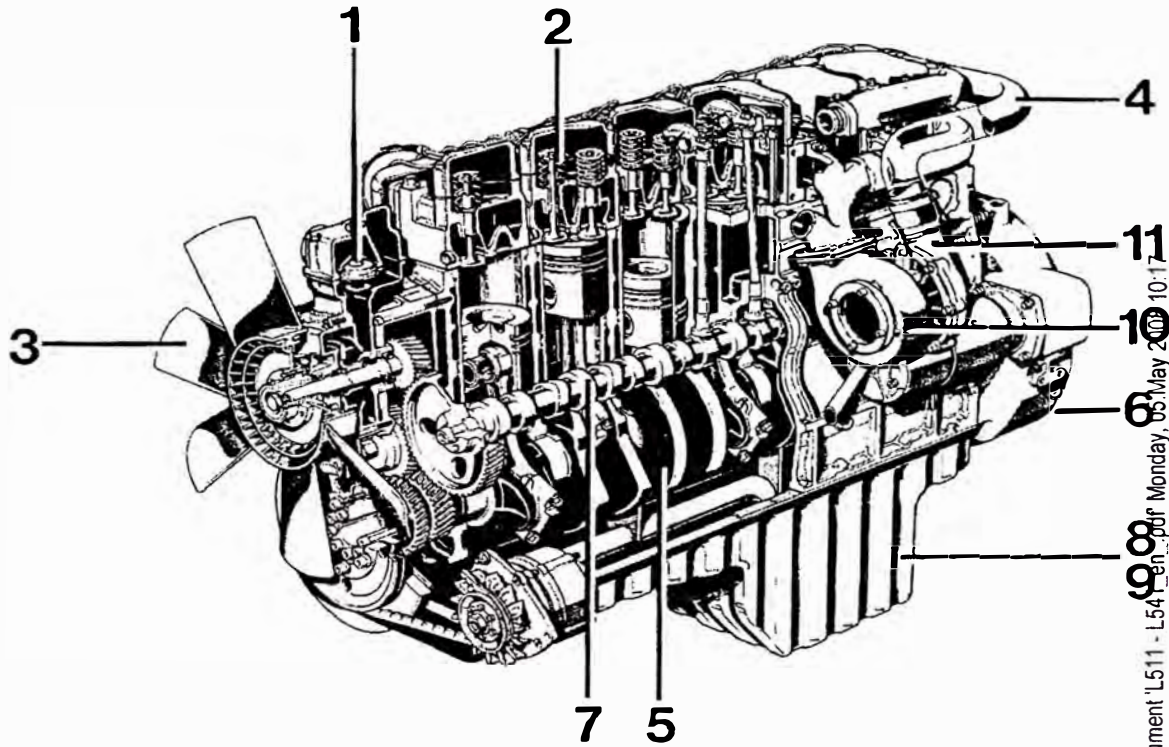
- | | | | |
|---|--------------------------|----|---------------|
| 2 | Breather | 7 | Water pump |
| 3 | Crankshaft pulley | 8 | Cooling fan |
| 4 | Temperature sending unit | 9 | Alternator |
| 5 | Oil pressure sendig unit | 10 | Heater valves |
| 6 | Starter | | |

DESCRIPCION MOTOR DIESEL



- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 Dipstick | 6 Intake manifold |
| 2 Cylinder head | 7 Hydraulic pump |
| 3 Oil filter | |
| 4 Injection pump | |
| 5 Oil filler | |

DESCRIPCION MOTOR DIESEL



- 1 THERMOSTAT
- 2 VALVE
- 3 COOLING FAN
- 4 INTAKE MANIFOLD
- 5 CRANKSHAFT
- 6 FLYWHEEL

- 7 CAMSHAFT
- 8 OIL PAN
- 9 DRAIN PLUG
- 10 TURBINE WHEEL
- 11 COMPRESSOR WHEEL

usuario SERVICIOS printed this protected Document 'L511 - L54_en_...pdf Monday, 06 May 2008 10:17

DESCRIPCION PLANO HIDRAULICO DE TRASLACION

| | | | | | |
|----|---|-------|----|---|-------|
| 1 | Hydraulic tank | | 43 | Accumulator, pilot control | |
| 2 | Return oil filter | | 44 | Test point, pilot control | |
| 8 | Collector pipe | | 45 | to Pilot control, attachment hydraulics | |
| 9 | Suction filter | | 50 | Travel motor assembly | 10.48 |
| 10 | Diesel engine | | 51 | Travel motor | |
| 11 | Splitter box | 9.11 | 52 | Regulator piston | |
| 12 | Gear pump (transmission shift pressure) | | 53 | Control piston | |
| 20 | Travel pump assembly | 10.30 | 54 | Spool valve | |
| 21 | Travel pump | | 55 | Check valve | |
| 22 | Directional valve | | 60 | Bypass valve assembly | 14.30 |
| 23 | Orifice | | 61 | Solenoid valve | |
| 24 | Regulator cylinder | | 62 | Restrictor check valve | |
| 25 | Crossover relief valve A | 10.76 | 63 | Directional valve | |
| 26 | Crossover relief valve B | 10.76 | 65 | Pressure filter | |
| 27 | Pressure cutoff valve | 10.78 | 66 | Thermoswitch | |
| 28 | Check valve | | 70 | Powershift transmission | 14.10 |
| 30 | Servo- / replenishing pump | | 71 | Shift pressure valve | |
| 31 | Replenishing pressure valve relief | 10.74 | 73 | Pressure reduction valve | |
| 32 | Regulator unit | 10.71 | 80 | Forward/reverse selector switch | |
| 33 | Regulator valve | | | | |
| 34 | Orifice | | | Test points: | |
| 36 | Orifice | | | MA - High pressure, forward | |
| 37 | Inching valve | 10.80 | | MB - High pressure, reverse | |
| 38 | Orifice, 8.5 mm dia | | | G - Replenishing pressure | |
| 41 | Orifice, 1.0 mm dia | | | X3 - Control pressure, forward | |
| 42 | Check valve, pilot control | | | X4 - Control pressure, reverse | |
| | | | | M1 - Travel motor regulation begin | |

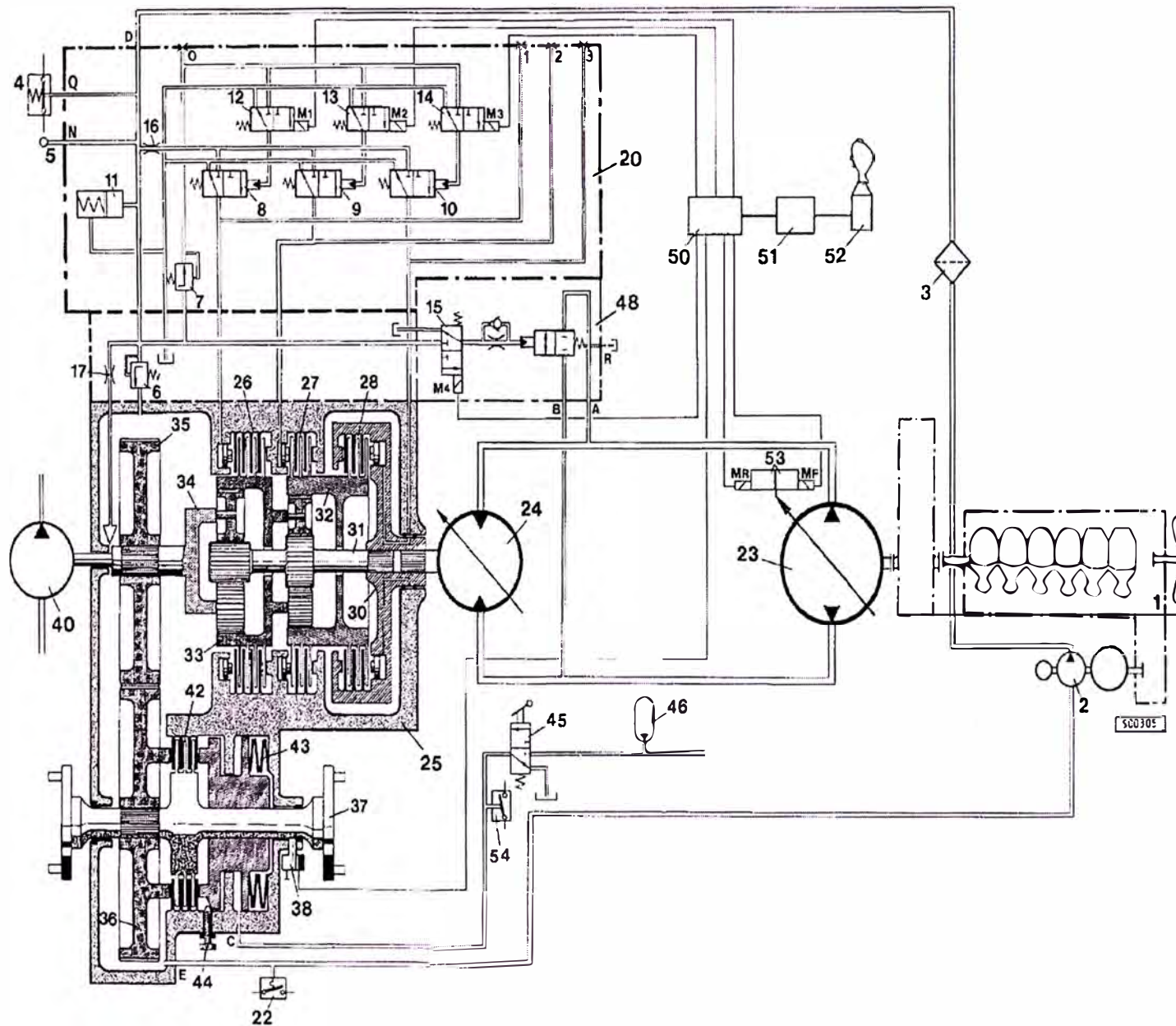
Note:

The exact locations of suction filter 9, pup 12 and certain test points (G, MA, MB) may vary from machine to machine, depending on serial number.

**DESCRIPCION PLANO HIDRAULICO TRASLACION
(CAJA DE CAMBIO – POWER SHIFT)**

| | |
|----------------------------------|--|
| 1 Diesel engine | 30 Clutch housing |
| 2 Gear pump | 31 Sun wheel shaft |
| 3 Pressure filter | 32 Annular wheel |
| 4 Pressure switch | 33 Pinion cage / annular wheel |
| 5 Test point / shifting pressure | 34 Pinion cage |
| 6 Relief valve | 35 Spur gear |
| 7 Pressure reducing valve | 36 Spur gear |
| 8 Shifting valve | 37 Drive shaft |
| 9 Shifting valve | 38 Inductive switch |
| 10 Shifting valve | 40 Emergency steering pump |
| 11 Spring Accumulator | 42 Disc brake |
| 12 Solenoid valve M1 | 43 Cup springs |
| 13 Solenoid valve M2 | 44 Emergency release / brake |
| 14 Solenoid valve M3 | 45 Handbrake valve |
| 15 Solenoid valve M4 | 46 Pressure accumulator / brake |
| 16 Throttle | 48 Bypass valve |
| 17 Throttle | 50 Central wiring / plug |
| 20 Shifting unit | 51 Electronic control unit |
| 22 Temperature indicator switch | 52 Travel selector switch |
| 23 Variable pump / Travel | 53 Solenoid valve MF / MR (directional control valve) |
| 24 Variable motor / travel | 54 Pressure switch / parking brake |
| 25 Transmission cpl. | |
| 26 Clutch K 1 | |
| 27 Clutch K 2 | |

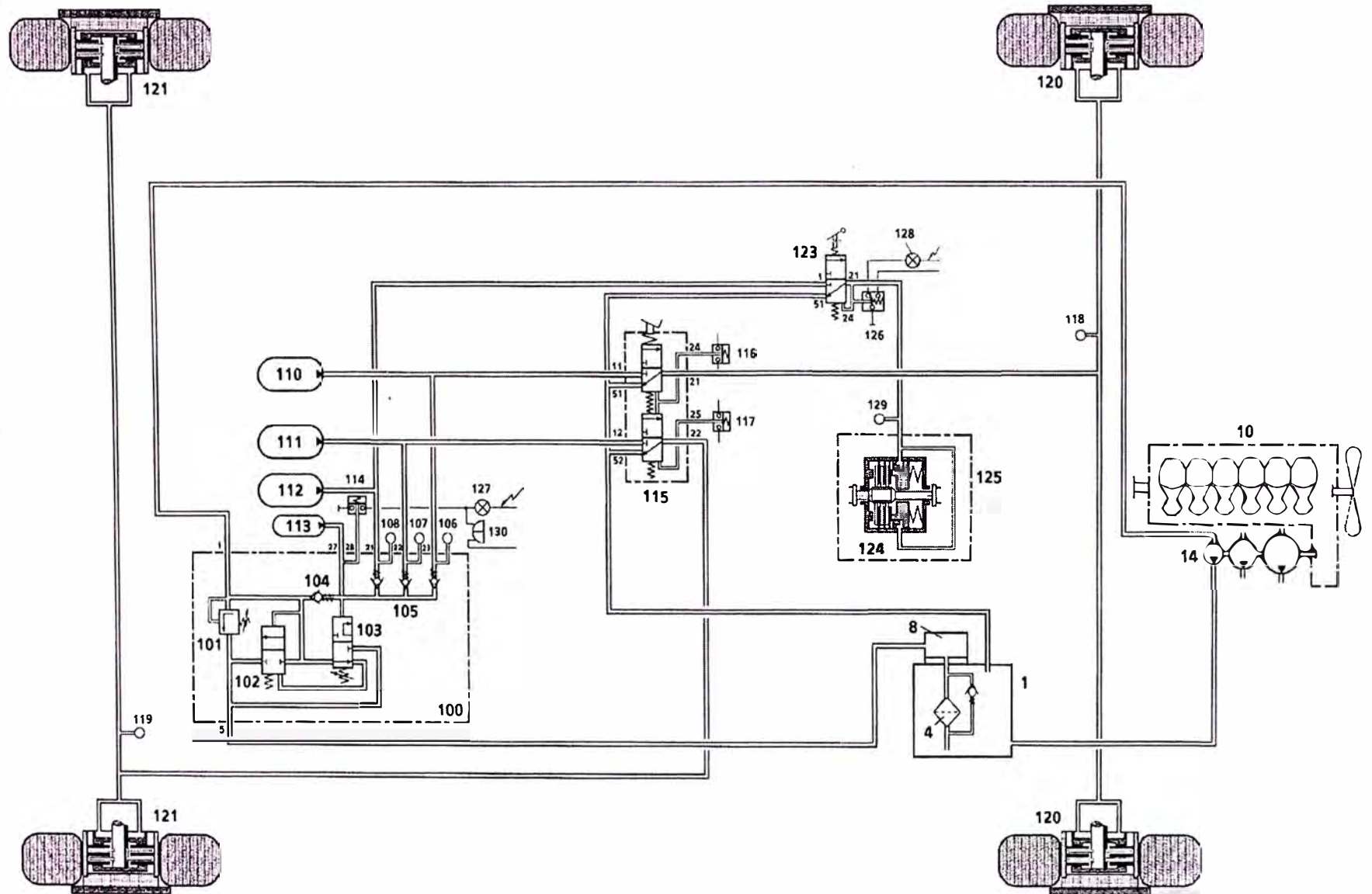
PLANO HIDRAULICO DE TRASLACION (CAJA DE CAMBIO – POWER SHIFT)



**DESCRIPCION HIDRAULICO DE TRASLACION
(SISTEMA DE FRENO)**

| | | | |
|-------|-------------------------------------|-------|---|
| 1 | Hydraulic tank | 115.2 | Valve piston lower |
| 4 | Return filter | 115.3 | Spring |
| 8 | Collecting pipe | 115.4 | Spring |
| 10 | Diesel engine | 115.5 | Spring |
| 14 | Gear pump | 115.6 | Spring |
| 100 | Cut off valve cpl. | 115.7 | Spring |
| 101 | Pressure relief valve | 115.8 | Foot pedal |
| 102 | Main control valve | 115.9 | Adjusting screw |
| 102.1 | Piston | 116 | Brake light switch |
| 102.2 | Spring | 117 | Brake light switch |
| 103 | Control valve cpl. | 118 | Check point/brake pressure in circuit 1 |
| 103.1 | Control valve | 119 | Check point/brake pressure in circuit 2 |
| 103.2 | Spring | 120 | Disk brake/rear axle |
| 103.3 | Adjusting sleeve | 121 | Disk brake/front axle |
| 104 | Relief valve | 123 | Hand brake/valve cpl. |
| 105 | Relief valve | 123.1 | Hollow piston |
| 106 | Check point/working brake | 123.2 | Spring |
| 107 | Check point/working brake | 123.3 | Spring |
| 108 | Check point/working brake | 123.4 | Plunger |
| 110 | Brake accumulator/working brake | 123.5 | Brake lever |
| 111 | Brake accumulator/working brake | 124 | Disk brake/transmission gear |
| 112 | Brake accumulator/parking brake | 125 | Transmission gear |
| 113 | Hydraulic accumulator/cut off valve | 126 | Pressure switch/parking brake |
| 114 | Control switch | 127 | Indicator light/accumulator pressure |
| 115 | Foot brake valve cpl. | 128 | Indicator light/parking brake |
| 115.1 | Valve piston upper | 129 | Check point/ opening pressure of parking brake |
| | | 130 | Buzzer / accumulator pressure |

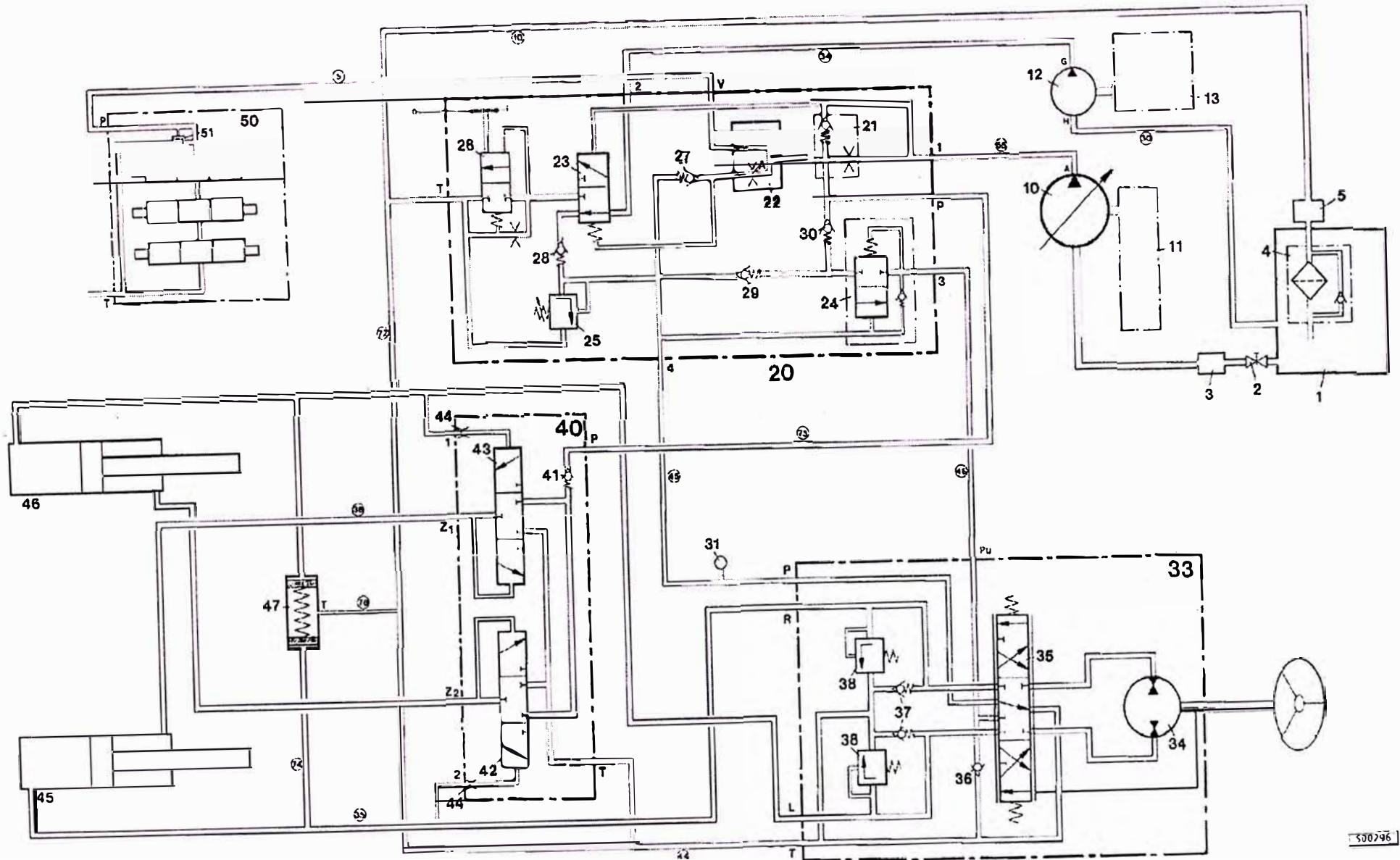
PLANO HIDRAULICO DE TRASLACION (SISTEMA DE FRENO)



**DESCRIPCION HIDRAULICO DE TRASLACION
(SISTEMA DE DIRECCION)**

| | | | |
|----|-------------------------|----|---|
| 1 | Hydraulic tank | 33 | Servostat |
| 2 | Shut off valve | 34 | Hand pump |
| 3 | Distributor | 35 | Valve spool |
| 4 | Return filter | 36 | Check valve |
| 5 | Collecting pipe | 37 | Suction valve |
| 10 | Variable pump | 38 | Pressure relief valve |
| 11 | Pump distributor gear | 40 | Servo control valve |
| 12 | Emergency steering pump | 41 | Check valve |
| 13 | Transmission | 42 | Valve spool |
| 20 | Valve block | 43 | Valve spool |
| 21 | Throttle valve | 44 | Throttle |
| 22 | Flow divider valve | 45 | Steering cylinder left |
| 23 | Cut in valve | 46 | Steering cylinder right |
| 24 | Pilot valve | 47 | Damper |
| 25 | Pressure relief valve | 50 | Control valve block/working hydraulic |
| 26 | Flow indicator | 51 | Primary pressure relief valve/working hydraulic |
| 27 | Check valve | | |
| 28 | Check valve | | |
| 29 | Check valve | | |
| 30 | Check valve | | |

PLANO HIDRAULICO DE TRASLACION (SISTEMA DE DIRECCION)



DESCRIPCION DEL PLANO HIDRAULICO DE TRABAJO

| | | | | | |
|----|--|-------|----|---|-------|
| 1 | Hydraulic tank | | 36 | Test point / servo pressure | |
| 2 | Shut off valve | | 37 | Test point / system pressure | |
| 3 | Distributor pipe | | 38 | Test point / pressure cut off | |
| 4 | Return filter | | 39 | Test point / replenishing pressure (G) | |
| 5 | Collector pipe | | 40 | Pilot control valve | 11.85 |
| 6 | Hydraulic oil cooler | | 42 | Solenoid valve / float position | |
| 7 | Check valve / return line | | 43 | Solenoid valve / shovel return | |
| 8 | Distributor block | | 44 | Solenoid valve / hoist limit | |
| 9 | Breather filter | | 46 | Relief valve (float position) | 11.68 |
| 10 | Diesel engine | | 50 | 3-spool control valve, complete | 11.53 |
| 11 | Splitter box | 9.10 | 52 | Spool valve / added cylinder | |
| 12 | Gear pump | | 53 | Spool valve / tilt cylinder | |
| 13 | Cooling fan-oil motor with integr. pressure-valve | | 54 | Spool valve / lift cylinder | |
| 14 | Thermostat valve | 11.70 | 60 | Primary pressure relief valve | |
| 15 | Hydraulic pump | 11.30 | 62 | Secondary pressure relief valve and Suction valve A1 | |
| 16 | Axial piston unit | | 63 | Secondary pressure relief valve and Suction valve B1 | |
| 17 | Regulator, complete | | 64 | Secondary pressure relief valve and Suction valve A2 | |
| 18 | Pressure cut off valve | | 65 | Secondary pressure relief valve and Suction valve B2 | |
| 20 | Valve block / steering system | 16.10 | 66 | Secondary pressure relief valve and Suction valve A3 | |
| 21 | Restrictor valve | | 67 | Secondary pressure relief valve and Suction valve B3 | |
| 22 | Flow divider valve | | 75 | Load holding valve | |
| 29 | Travel pump | 10.30 | 80 | Lift cylinder | 11.90 |
| 30 | Replenishing pump | | 81 | Tilt cylinder | 11.90 |
| 31 | Replenishing pressure valve | | 82 | Added cylinder for special attachment | |
| 32 | Orifice | | | | |
| 33 | Check valve / servo system | | | | |
| 34 | Accumulator | | | | |
| 35 | Two way valve / Shut off valve | | | | |

DESCRIPCION DEL PLANO ELECTRICO

| Pos. | Description | Step |
|------|---|---------|
| A1 | Circuit board tachometer (on V3) | 3, 4 |
| A2 | Electronic travel control EST-3 | 7, 8, 9 |
| A3 | Radio * | 15 |
| B1 | Indicator - engine oil pressure | 4 |
| B3 | Indicator - emergency steering (flow indicator) | 5 |
| B4 | Indicator - air filter contamination | 6 |
| B5 | Pressure switch - parking brake | 9 |
| B6 | Thermo switch hydr. oil overheat 100°C 2) | 4 |
| B8 | Indicator - fuel reserves | 6 |
| B9 | Buzzer (on V3) | 3, 4 |
| B10 | Horn | 13, 14 |
| B11 | Loud speaker * | 15 |
| B12 | Switch - brake light switches | 10 |
| B13 | Thermo switch transmission oil temp. 120°C | 5 |
| B14 | Proximity switch - Lift limit shut off / K15 | 18 |
| B15 | Proximity switch - Bucket return / K16 | 18, 19 |
| B16 | Proximity switch - on Injection pump | 7 |
| B17 | Switch - accumulator pressure/Brake | 9 |
| B18 | Switch - shift pressure/powershift transmission | 9, 10 |
| B19 | Coolant temperature sensor | 5 |
| B20 | Monitor for coolant level | 5 |
| B21 | Inductive pick up - gear output RPM | 8 |
| E2 | Interior lighting with switch | 15 |
| E3 | Head light - left | 12 |
| E4 | Head light - right | 13 |
| E6 | Tail light - left | 12 |
| E7 | Tail light - right | 13 |
| E8 | Profile light - left | 12 |
| E9 | Profile light - right | 12 |
| E10 | Working floodlight - left front | 14 |
| E11 | Working floodlight - right front | 14 |
| E12 | Working floodlight - left rear | 15 |
| E13 | Working floodlight - right rear | 15 |
| E14 | License plate illumination (2 pieces) | 13, 14 |
| F1 | Fuse box 50 A, 25 A (in Battery box) | 1, 2 |
| F2 | Fuse 8 A (in Battery box) | 1, 2 |
| F4 | Fuse 0,8 A on V3 | 3, 4 |
| FA1 | Fuse 7,5 A Interior lighting, Beacon, Radio, 2-pol.socket X 41, Compressor Operator's seat | 15 |
| FA2 | Fuse 15 A Working floodlight front and rear | 14 |
| FA3 | Fuse 25 A Solenoid - Engine stop | 3 |
| FA4 | Fuse 3 A Electronic travel control, Circuit board tachometer, Proximity switch B 16 | 7 |
| FA5 | Fuse 15 A Heater blower motor | 10 |
| FA6 | Fuse 7,5 A Instruments, Monitor Coolant level | 7 |
| FA7 | Fuse 7,5 A Low beam right | 13 |
| FA8 | Fuse 7,5 A Low beam left | 12 |
| FA9 | Fuse 7,5 A High beam right | 13 |
| FA10 | Fuse 7,5 A High beam left | 12, 13 |
| FA11 | Fuse 7,5 A Reserve | |

| Pos. | Description | Step |
|------|--|---------|
| FB1 | Fuse 15 A Windshield wiper front and rear | 17 |
| FB2 | Fuse 7,5 A Brake light, Switch illumination, Blinker | 9 |
| FB3 | Fuse 7,5 A Lift limit shut off, Bucket return, Float position | B |
| FB4 | Fuse 7,5 A Parking-, Tail-, profile lights right, License plate illumination | 13 |
| FB5 | Fuse 7,5 A Parking-, Tail-, profile lights left, Instrument illumination | 12 |
| FB6 | Fuse 3 A Reserve | |
| FB7 | Fuse 15 A Reserve | |
| FB8 | Fuse 15 A Reserve | |
| FB9 | Fuse 15 A Reserve | |
| FB10 | Fuse 7,5 A Reserve | |
| FB11 | Fuse 30 A Preglow system | 3 |
| G1 | Alternator with regulator | 2 |
| G2 | Batteries | 2 |
| H2 | Indicator light - preglow "ON" / K4 / R3 | 4, 5, 6 |
| H3 | Indicator light - forward / Y2 | 4, 5, 6 |
| H4 | Indicator light - Engine oil pressure / B1 | 4, 5, 6 |
| H6 | Indicator light - Battery charge | 4, 5, 6 |
| H7 | Indicator light - Air filter contamination / B4 | 4, 5, 6 |
| H8 | Indicator light - Flow indicator / B3 | 4, 5, 6 |
| H9 | Indicator light - reverse / Y2 | 4, 5, 6 |
| H10 | Indicator light - Blinker | 4, 5, 6 |
| H11 | Indicator light - Parking brake "APPLIED" / B5 | 4, 5, 6 |
| H12 | Indicator light - High beam | 4, 5, 6 |
| H13 | Indicator light - Coolant overheat / B19 (96°C ± 3°) | 4, 5, 6 |
| H14 | Indicator light - Transmission oil overheat / B13 (120°) | 4, 5, 6 |
| H15 | Blinker - left front | 14 |
| H16 | Blinker - right front | 14 |
| H17 | Blinker - left rear | 14 |
| H18 | Blinker - right rear | 14 |
| H19 | Indicator light - Brake accumulator pressure / B17 | 4, 5, 6 |
| H20 | Brake light - left / B12 | 10 |
| H21 | Brake light - right / B12 | 10 |
| H22 | Beacon * | 16 |
| H23 | Indicator light - Hydr. oil overheat 100°C ²⁾ | 4, 5, 6 |
| H24 | Indicator light - to low clutch pressure / transm. / B18 / K11 | 4, 5, 6 |
| H25 | Indicator light - Battery Relay "ON" / K12 | 4, 5, 6 |
| K1 | Relay - Emergency blinker | 13, 14 |
| K2 | Relay - Starting lock / M1 | 2, 3 |
| K3 | Relay - Engine stop | 2, 3 |
| K4 | Relay-Preheat - Starting readiness (H2 "OFF" 20 sec.) | 3 |
| K5 | Relay - Wipe wash intervall front | 16 |
| K11 | Time relay - Shift pressure / transm. / H24 (3 sec.) | 9, 10 |
| K12 | Battery relay | 1, 2 |
| K13 | Relay - Excessive voltage protection / G1 | 1 |
| K14 | Relay - Current path / b + m | 2 |
| K15 | Relay - Lift limit shut off / YB | 18 |
| K16 | Relay - Bucket return / Y9 | 18, 19 |
| K17 | Relay - Float position / Y10 | 20 |
| K18 | Relay - Float position / Y10 | 19, 20 |
| K19 | Time relay - Float position (3 sec.) | 20 |

| Pos. | Description | Step |
|------------|--|-----------|
| M1 | Starter motor | 2 |
| M2 | Wiper motor front | 16 |
| M3 | Wiper motor rear middle | 17 |
| M3a | Wiper motor rear left | 17, 18 |
| M3b | Wiper motor rear right | 18 |
| M4 | Windshield flushing motor front | 16, 17 |
| M4a | Windshield flushing motor rear ²⁾ | 16, 17 |
| M5 | Heater blower motor | 10 |
| M6 | Compressor Operator's seat * | 15 |
| P3 | Fuel level indicator | 4, 5, 6 |
| P4 | Electronic tachometer, hour meter | 4, 5, 6 |
| P5 | Engine oil pressure indicator | 4, 5, 6 |
| P6 | Coolant temperature indicator | 4, 5, 6 |
| R3 | Flame glow plug | 3 |
| S1 | Keyed switch / K12 / K14 / K4 / M1 | 2 |
| S2 | Travel range switch (Y2, Y6, Y9) | 7 |
| S3 | Steering column combination switch Horn, Blinker, High beam, Windshield wiper and flusher front | 12 |
| S4 | Emergency blinker switch / K1 | 13, 14 |
| S6 | Switch - travel lights E3 / E4 / E6 / E7 / E8 / E9 / E14 | 12, 13 |
| S7 | Switch - Working floodlight front | 14, 15 |
| S8 | Switch - Working floodlight rear | 15 |
| S9 | Switch Beacon * | 16 |
| S10 | Rocker Switch - Windshield flushing motor rear ²⁾ | 16, 17 |
| S11 | Switch - Heater fan / M5 | 10 |
| S12 | Push button - Bucket return (on S2) Y9 | 18, 19 |
| S13 | Switch / M3 | 17 |
| S13a | Switch / M3a | 17 |
| S13b | Switch / M3b | 18 |
| S14 | Switch - Bucket return / B15 / K16 / Y9 | 19 |
| S15 | Rocker Switch - Float position / Y10 | 19 |
| S16 | Switch - Float position K17 / K18 / K19 / S15 | 20 |
| T1 | Transformer for radio * | 15 |
| V3 | Diode board (with circuit board A1 and buzzer B9) | 3, 4 |
| V4 | Diode (Pressure switch B5) | 9 |
| V5 | Diodes (solenoid valves Y2, Y8, Y9, Y10) | 7, 18, 19 |
| A, B, C, D | Plug connections - Indicator Instruments | 4, 5, 6 |
| X01 | Screw connection 3-pole S1, M1, R3/Y1 ¹⁾ | 2, 3 |
| X1a | Plug connection 15-pole / red ¹⁾ | 2 - 7 |
| X1b | Plug connection 3-pole / red ¹⁾ | 1 |
| X1c | Plug connection 1-pole / white Y5 ¹⁾ | 3 |
| X3 | Plug connection 8-pole / natural ¹⁾ | 12 |
| X3a | Plug connection 5-pole / red E4 / H16 ¹⁾ | 13 |
| X4 | Plug connection 9-pole / red ¹⁾ | 10 - 14 |
| X5 | Plug connection 8-pole / red ¹⁾ | 5, 10 |
| X6 | Plug connection 6-pole / red ¹⁾ | 18, 19 |
| X7a | Plug connection 2-pole / red ¹⁾ | 12 - 16 |

| Pos. | Description | Step |
|------|--|------------|
| X7b | Plug connection 9-pole / red ¹⁾ | 10 - 17 |
| X7c | Plug connection 6-pole / natural ¹⁾ | 17, 18 |
| X7d | Plug connection 1-pole / red ¹⁾ ²⁾ | 17 |
| X8 | Plug connection 10-pole / red / S2 / S12 ¹⁾ | 7, 19 |
| X9 | Plug connection 6-pole / red ¹⁾ | 18, 19 |
| X10 | Plug connection 10-pole / red / Y2 / Y4 / Y6 / B18 ¹⁾ | 8, 9 |
| X11 | Plug connection 2-pole / sure-seal / B12 | 10 |
| X12 | Plug connection 2-pole / sure-seal / B12 | 10 |
| X13 | Plug connection 2-pole / sure-seal / B17 | 9 |
| X14 | Plug connection 3-pole / sure-seal / B5 | 9 |
| X15 | Plug connection 15-pole / V3 / B9 | 3, 4 |
| X18 | Plug connection 2-pole / E14 | 13 |
| X19 | Plug connection 2-pole / B10 | 13 |
| X20 | Plug connection 3-pole / B20 | 5 |
| X21 | Plug connection 9-pole / S3 | 12 |
| X21a | Plug connection 8-pole / S3 | 13 |
| X22 | Plug connection 3-pole / B16 | 7 |
| X23 | Plug connection 25-pole / A2 | 7, 8, 9 |
| X24 | Plug connection 12-pole / S2 / S12 | 7, 19 |
| X25 | Plug connection 9-pole / S3 | 12 |
| X25a | Plug connection 10-pole / S3 | 13 |
| X26 | Plug connection 4-pole / M5 | 10 |
| X27 | Plug connection 4-pole / M2 | 16 |
| X28 | Plug connection 4-pole / M3 | 17 |
| X28a | Plug connection 4-pole / M3a | 17, 18 |
| X28b | Plug connection 4-pole / M3b | 18 |
| X29 | Plug connection 15-pole / A1 / V3 | 3, 4 |
| X30 | Plug connection 3-pole / E6 / H17 / H20 | 10, 12, 14 |
| X31 | Plug connection 3-pole / E7 / H18 / H21 | 10, 13, 14 |
| X32 | Cannon plug 6-pole / Y6 | 8, 9 |
| X33 | Valve plug 2-pole / Y2 - forward | 8 |
| X34 | Valve plug 2-pole / Y2 - reverse | 8 |
| X35 | Valve plug 2-pole / Y8 | 18 |
| X36 | Valve plug 2-pole / Y9 | 19 |
| X37 | Valve plug 2-pole / Y10 | 19 |
| X38 | Round plug 2-pole / B21 | 8 |
| X39 | Round plug 2-pole / B18 | 9, 10 |
| X40 | Round plug 2-pole / Y4 | 9 |
| X41 | Socket / Cigarette lighter | 15 |
| X42 | Flat plug housing f. Optional installations | 11, 12 |
| X43 | Flat plug housing 2-pole f. Compressor seat ¹⁾ | 15 |
| X44 | Flat plug housing 2-pole f. Compressor seat | 15 |
| Y1 | Solenoid valve - Preheat | 3 |
| Y2 | Solenoid valves - Travel direction / forward / reverse | 8 |
| Y3 | Solenoid valves additional starting aid (L551 only) | 2 |
| Y4 | Solenoid valve - Bypass valve | 9 |
| Y5 | Solenoid - Engine stop | 3 |
| Y6 | Solenoid valves - 1.2.3. Gear in transmission | 8, 9 |
| Y8 | Solenoid valve - Lift limit shut off | 18 |
| Y9 | Solenoid valve - Bucket return | 19 |
| Y10 | Solenoid valve - Float position | 19 |
| W1 | Antenna f. radio * | 15 |

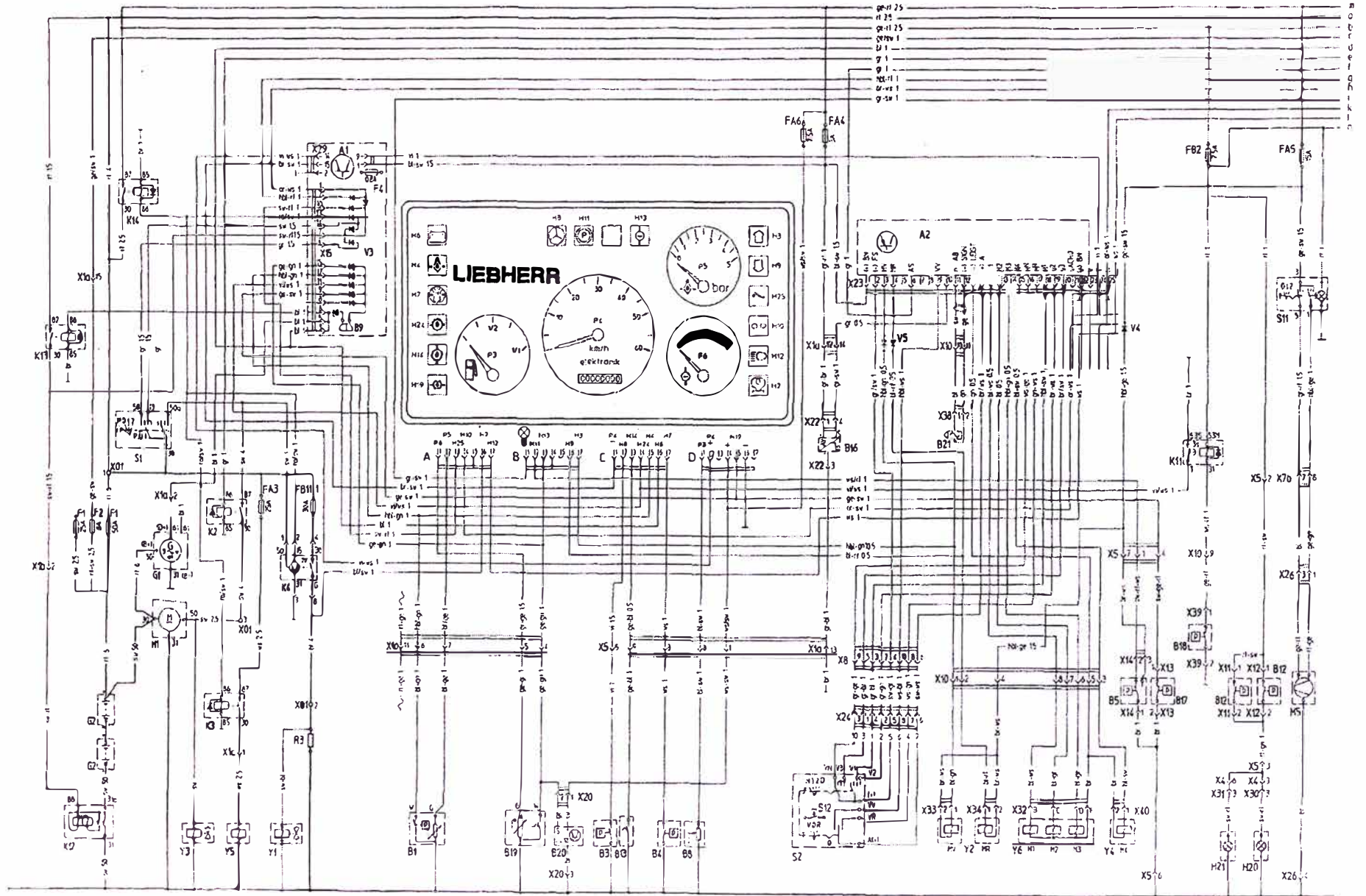
1) Plug connections in instruments

2) See page 12.08.37 Optional diagram
L 531 from Sr. Nr. 1421
L 541 from Sr. Nr. 1899

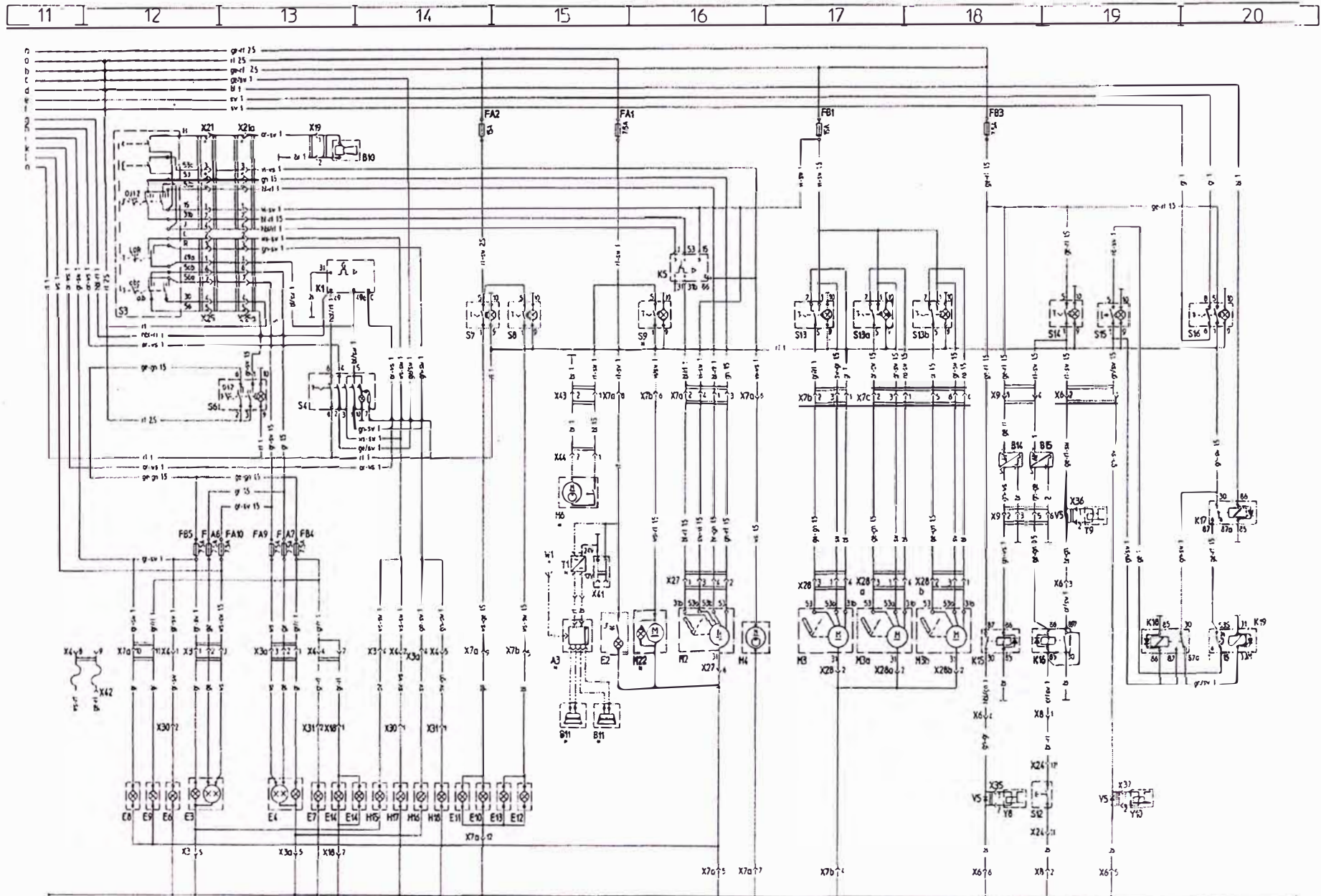
* Optional

PLANO ELECTRICO

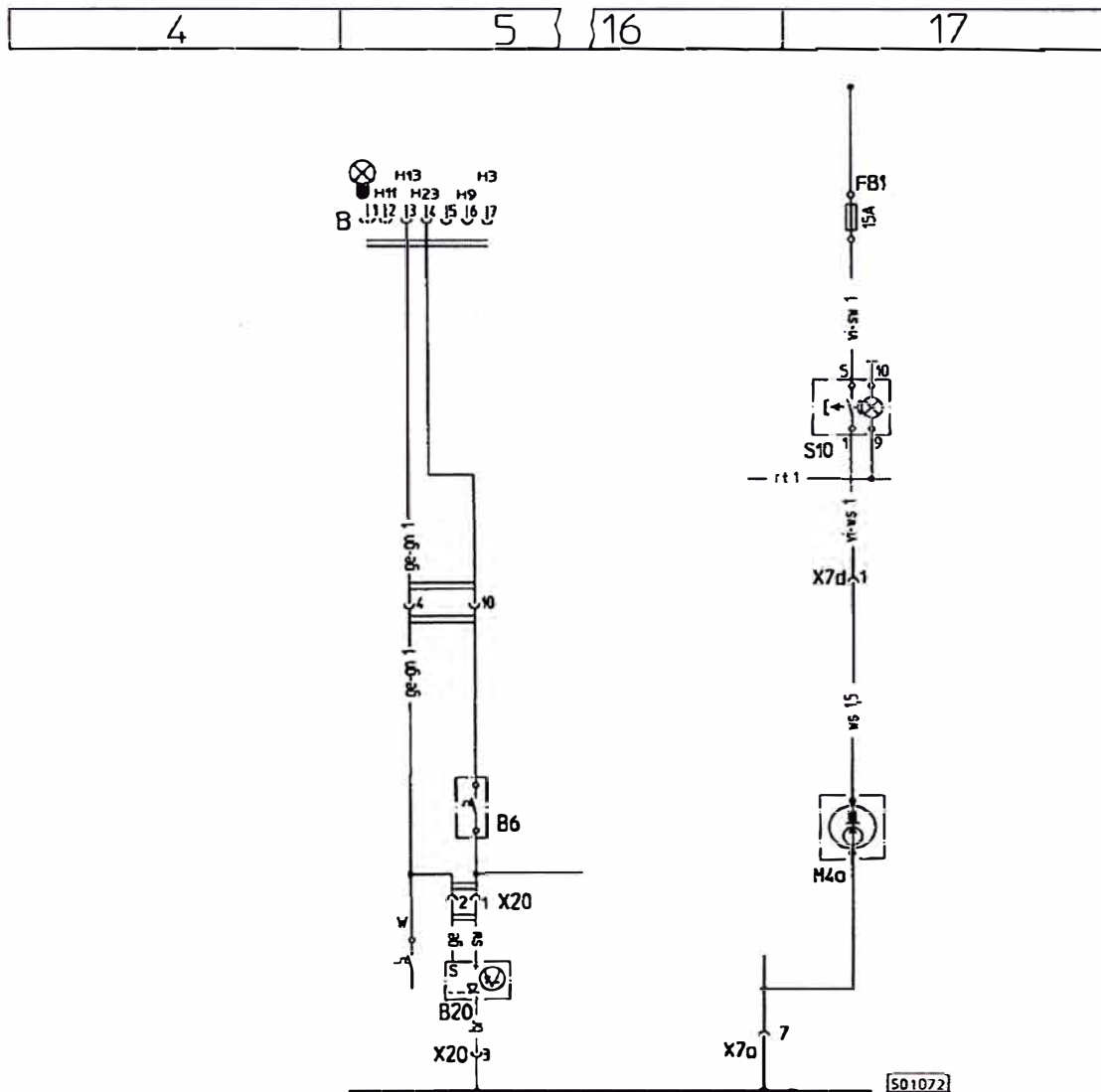
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|



PLANO ELECTRICO



Functional diagram: Thermo switch hydr. oil overheat 100° C
Windshield flushing motor rear



- B6** Thermo switch hydr. oil overheat 100° C
- B20** Monitor for coolant level
- H23** Indicator light - Hydr. oil overheat 100°C
- M4a** Windshield flushing motor rear
- S10** Rocker Switch - Windshield flushing motor rear

APENDICE

- Vida media de los principales componentes
- Ajuste de curva
- Solución de 3 ecuaciones con 3 incógnitas
- Derivada de una fracción

VIDA MEDIA DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

La vida media no se toma como tiempo garantía y solamente está indicado tiempos cuando los componentes trabajan en condiciones normales y se le han proporcionado el mantenimiento de acuerdo con el protocolo e instrucciones del manual de Liebherr.

| PRINCIPALES COMPONENTES | VIDA MEDIA (HRS) |
|------------------------------------|------------------|
| Motor diesel | 12,000 |
| Turbocompresor | 6,000 |
| Soporte motor diesel | 6,000 |
| Alternador | 8,000 |
| Arrancador | 6,000 |
| Bomba de agua | 3,000 |
| Radiador | 15,000 |
| Bomba de inyección | 6,000 |
| Inyectores | 6,000 |
| Silenciador | 10,000 |
| Caja engranaje | 10,000 |
| Tarjeta electrónica | 15,000 |
| Bomba de trabajo | 7,000 |
| Bomba de traslación | 7,000 |
| Motor de traslación | 8,000 |
| Cilindro hidráulico | 15,000 |
| Juego sellos - cilindro hidráulico | 5,000 |
| Bloque palanca mando | 6,000 |
| Bloque hidráulico | 15,000 |
| Enfriador de aceite | 15,000 |
| Acumulador hidráulico | 8,000 |
| Manguera hidráulicas | 8,000 |
| Motor limpiapabrisas | 5,000 |
| Caja hidráulica transmisión | 10,000 |
| Mando final | 10,000 |
| Pines del castillo | 8,000 |
| Castillo del cargador | 15,000 |
| Asiento del operador | 15,000 |

La vida media de los componentes es referencial y depende de varios factores tales calidad de los lubricantes, tipo de funcionamiento, calidad del mantenimiento, zona de trabajo, etc.

AJUSTE DE CURVA POR MINIMO CUADRADOS

El método de los mínimos cuadrados es minimizar la suma de los cuadrados de las desviaciones (diferencia entre la ordenada obtenida (real) y la ordenada propuesta (ajustada)).

$$D_1 = y_1^* - y_1$$

Donde:

D_1 : Desviación de la ordenada en el punto 1

y_1^* : Ordenada propuesta de la curva de ajuste en el punto 1

y_1 : Ordenada real obtenida en el punto 1

La suma de los cuadrados de las desviaciones es:

$$S = D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2$$

La ecuación de la parábola o curva cuadrática es:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Siendo la desviaciones cuadráticas en cada punto.

$$D_1^2 = (a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 - y_1)^2$$

$$D_2^2 = (a_0 + a_1x_2 + a_2x_2^2 - y_2)^2$$

$$D_3^2 = (a_0 + a_1x_3 + a_2x_3^2 - y_3)^2$$

$$D_n^2 = (a_0 + a_1x_n + a_2x_n^2 - y_n)^2$$

Sumando todas las desviaciones cuadráticas.

$$S = D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2 = \sum_1^n D_i^2$$

Para minimizar a S igualamos a cero las derivadas parciales con respecto a los coeficientes de la ecuación de la curva cuadrática.

Derivada parcial de la desviación con respecto a a_0 .

$$\frac{\partial D_i}{\partial a_0} = \frac{\partial}{\partial a_0} (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) = 1 \dots\dots\dots(1)$$

Derivada parcial de la desviación con respecto a a_1 .

$$\frac{\partial D_i}{\partial a_1} = \frac{\partial}{\partial a_1} (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) = x_i \dots\dots\dots(2)$$

Derivada parcial de la desviación con respecto a a_2 .

$$\frac{\partial D_i}{\partial a_2} = \frac{\partial}{\partial a_2} (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) = x_i^2 \dots\dots\dots(3)$$

Derivada parcial de la suma cuadrática de las desviaciones con respecto a a_0 e igualaremos la ecuación a cero:

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = \frac{\partial D_1^2}{\partial a_0} + \frac{\partial D_2^2}{\partial a_0} + \frac{\partial D_3^2}{\partial a_0} + \dots + \frac{\partial D_n^2}{\partial a_0} = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 2D_1 \frac{\partial D_1}{\partial a_0} + 2D_2 \frac{\partial D_2}{\partial a_0} + 2D_3 \frac{\partial D_3}{\partial a_0} + \dots + 2D_n \frac{\partial D_n}{\partial a_0} = 0 \dots\dots(4)$$

Reemplazando (1) en (4) simplificando y ordenando obtenemos la siguiente ecuación:

$$D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n = 0$$

$$D_1 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_1^2 - y_1$$

$$D_2 = a_0 + a_1 x_2 + a_2 x_2^2 - y_2$$

$$D_3 = a_0 + a_1 x_3 + a_2 x_3^2 - y_3$$

·
·
·
·

$$D_n = a_0 + a_1 x_n + a_2 x_n^2 - y_n$$

Sumando las desviaciones de las ordenadas tenemos.

$$0 = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2 - \sum_1^n y_i$$

Ordenando la ecuación tenemos.

$$\sum_1^n y_i = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2 \dots\dots\dots(5)$$

Derivada parcial de la suma cuadrática de las desviaciones con respecto a a_1

e igualaremos la ecuación a cero.

$$\frac{\partial s}{\partial a_1} = \frac{\partial D_1^2}{\partial a_1} + \frac{\partial D_2^2}{\partial a_1} + \frac{\partial D_3^2}{\partial a_1} + \dots\dots + \frac{\partial D_n^2}{\partial a_1} = 0$$

$$\frac{\partial s}{\partial a_1} = 2D_1 \frac{\partial D_1}{\partial a_1} + 2D_2 \frac{\partial D_2}{\partial a_1} + 2D_3 \frac{\partial D_3}{\partial a_1} + \dots\dots + 2D_n \frac{\partial D_n}{\partial a_1} = 0 \dots\dots(6)$$

Reemplazando (2) en (6) y simplificando tenemos:

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 2D_1 x_1 + 2D_2 x_2 + 2D_3 x_3 + \dots + 2D_n x_n = 0$$

Simplificando y ordenando la ecuación tenemos.

$$D_1 x_1 + D_2 x_2 + D_3 x_3 + \dots + D_n x_n = 0$$

Ordenando tenemos:

$$D_1 x_1 = a_0 x_1 + a_1 x_1^2 + a_2 x_1^3 - y_1 x_1$$

$$D_2 x_2 = a_0 x_2 + a_1 x_2^2 + a_2 x_2^3 - y_2 x_2$$

$$D_3 x_3 = a_0 x_3 + a_1 x_3^2 + a_2 x_3^3 - y_3 x_3$$

.

.

.

$$D_n x_n = a_0 x_n + a_1 x_n^2 + a_2 x_n^3 - y_n x_n$$

Sumando y ordenando tenemos.

$$0 = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3 - \sum_1^n y_i x_i$$

Ordenando la ecuación tenemos

$$\sum_1^n y_i x_i = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3 \dots \dots \dots (7)$$

Derivada parcial de la suma de las desviaciones cuadrática con respecto a a_2

e igualaremos la ecuación a cero.

$$\frac{\partial s}{\partial a_2} = \frac{\partial D_1^2}{\partial a_2} + \frac{\partial D_2^2}{\partial a_2} + \frac{\partial D_3^2}{\partial a_2} + \dots + \frac{\partial D_n^2}{\partial a_2} = 0$$

$$\frac{\partial s}{\partial a_2} = 2D_1 \frac{\partial D_1}{\partial a_2} + 2D_2 \frac{\partial D_2}{\partial a_2} + 2D_3 \frac{\partial D_3}{\partial a_2} + \dots + 2D_n \frac{\partial D_n}{\partial a_2} = 0 \dots (8)$$

Reemplazando (3) en (8) y simplificando tenemos:

$$\frac{\partial s}{\partial a_2} = 2D_1 x_1^2 + 2D_2 x_2^2 + 2D_3 x_3^2 + \dots + 2D_n x_n^2 = 0$$

Ordenando y simplificando la ecuación tenemos:

$$D_1 x_1^2 + D_2 x_2^2 + D_3 x_3^2 + \dots + D_n x_n^2 = 0$$

Ordenando tenemos:

$$D_1 x_1^2 = a_0 x_1^2 + a_1 x_1^3 + a_2 x_1^4 - y_1 x_1^2$$

$$D_2 x_2^2 = a_0 x_2^2 + a_1 x_2^3 + a_2 x_2^4 - y_2 x_2^2$$

$$D_3 x_3^2 = a_0 x_3^2 + a_1 x_3^3 + a_2 x_3^4 - y_3 x_3^2$$

.

$$D_n x_n^2 = a_0 x_n^2 + a_1 x_n^3 + a_2 x_n^4 - y_n x_n^2$$

Sumando y ordenando tenemos

$$0 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4 - \sum_1^n y_i x_i^2$$

Ordenando la ecuación tenemos

$$\sum_1^n y_i x_i^2 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4 \dots\dots\dots(9)$$

De la ecuación (5), (7) y (9) tenemos:

$$\sum_1^n y_i = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2$$

$$\sum_1^n y_i x_i = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3$$

$$\sum_1^n y_i x_i^2 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4$$

De las 3 ecuaciones todas las sumatorias son valores conocidos por lo tanto tenemos 3 ecuaciones con 3 incógnitas por lo que la ecuación cuadrática está definida

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

SOLUCION DE 03 ECUACIONES CON 03 INCOGNITAS

Solución de la ecuación de 3 incógnitas y 3 ecuaciones mediante el método de las determinantes

Sea las incógnitas: a_0 , a_1 y a_2 de las siguientes ecuaciones:

$$\sum_1^n y_i = a_0 \sum_1^n 1 + a_1 \sum_1^n x_i + a_2 \sum_1^n x_i^2$$

$$\sum_1^n y_i x_i = a_0 \sum_1^n x_i + a_1 \sum_1^n x_i^2 + a_2 \sum_1^n x_i^3$$

$$\sum_1^n y_i x_i^2 = a_0 \sum_1^n x_i^2 + a_1 \sum_1^n x_i^3 + a_2 \sum_1^n x_i^4$$

De acuerdo con la teoría de las determinantes los valores de las incógnitas son:

El valor de: $a_0 = \frac{\begin{vmatrix} \sum_1^n y_i & \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 \\ \sum_1^n y_i x_i & \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 \\ \sum_1^n y_i x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 & \sum_1^n x_i^4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \sum_1^n 1 & \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 \\ \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 \\ \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 & \sum_1^n x_i^4 \end{vmatrix}}$

El valor de: $a_1 =$

$$\begin{vmatrix} \sum_1^n 1 & \sum_1^n y_i & \sum_1^n x_i^2 \\ \sum_1^n x_i & \sum_1^n y_i x_i & \sum_1^n x_i^3 \\ \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n y_i x_i^2 & \sum_1^n x_i^4 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \sum_1^n 1 & \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 \\ \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 \\ \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 & \sum_1^n x_i^4 \end{vmatrix}$$

El valor de: $a_2 =$

$$\begin{vmatrix} \sum_1^n 1 & \sum_1^n x_i & \sum_1^n y_i \\ \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n y_i x_i \\ \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 & \sum_1^n y_i x_i^2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \sum_1^n 1 & \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 \\ \sum_1^n x_i & \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 \\ \sum_1^n x_i^2 & \sum_1^n x_i^3 & \sum_1^n x_i^4 \end{vmatrix}$$

Los valores de las sumatorias son:

| | |
|---------------------|-------------------------|
| n | 58 |
| $\sum_1^{58} x_i$ | 458 091 |
| $\sum_1^{58} y_i$ | 21 800 263 |
| $\sum_1^{58} x_i^2$ | 4 816 522 519 |
| $\sum_1^{58} x_i^3$ | 56 534 457 853 299 |
| $\sum_1^n x_i^4$ | 707 493 959 819 024 000 |

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| $\sum_1^{58} y_i x_i$ | 206 810 909 244 |
| $\sum_1^{58} y_i x_i^2$ | 2 360 255 198 524 400 |

Reemplazando los valores y resolviendo tenemos:

$$a_0 = 174\,862 \quad ; \quad a_1 = 18,08 \quad ; \quad a_2 = 7,0 * 10^{-4}$$

DERIVADA DE UNA FRACCION

Sea las ecuaciones cuadráticas las siguientes:

$$u_x = u_0 + u_1x + u_2x^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$v_x = v_0 + v_1x + v_2x^2 \dots\dots\dots(2)$$

Sea la función: $y_x = \frac{u_x}{v_x}$

Derivando a la función e igualando a cero

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{v \partial u - u \partial v}{v^2} = 0$$

Para que se cumpla la condición de la derivada es igual a cero

$$0 = v \partial u - u \partial v \dots\dots\dots(3)$$

Reemplazando (1) y (2) en (3) tenemos:

$$0 = (v_0 + v_1x + v_2x^2) * (u_1 + 2u_2x) - (u_0 + u_1x + u_2x^2) * (v_1x + 2v_2x)$$

Multiplicando y ordenando tenemos:

$$0 = v_0u_1 + (v_1u_1 + 2v_0u_2)x + (2v_1u_2 + v_2u_1)x^2 + (2v_2u_2)x^3 \\ - v_1u_0 - (v_1u_1 + 2v_2u_0)x + (2v_2u_1 + v_1u_2)x^2 - (2v_2u_2)x^3$$

Sumando, suprimiendo y ordenando obtenemos la siguiente ecuación:

$$0 = (v_0u_1 - v_1u_0) + (2v_0u_2 - 2v_2u_0)x + (v_1u_2 - v_2u_1)x^2 \dots\dots\dots(4)$$

Siendo las funciones:

$$u_x = 5\,138 + 29,09x - 7,0 \cdot 10^{-4}x^2 \dots\dots\dots(5)$$

$$v_x = 174\,862 + 18,08x + 7,0 \cdot 10^{-4}x^2 \dots\dots\dots(6)$$

Reemplazando (5) y (6) en (3) tenemos

$$0 = (174\,862 + 18,08x + 7,0 \cdot 10^{-4}x^2) \cdot (29,09 - 14,0 \cdot 10^{-4}x) - (5\,138 + 29,09x - 7,0 \cdot 10^{-4}x^2) \cdot (18,08 + 14,0 \cdot 10^{-4}x)$$

Resolviendo tenemos la siguiente ecuación:

$$0 = 5\,763\,290,33 - 252,30x - 0,033x^2$$