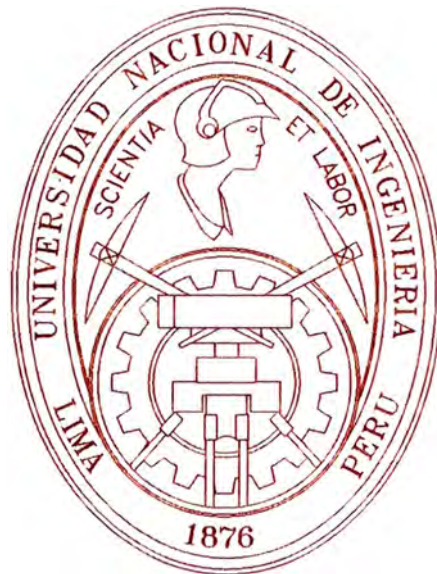


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
CORRECTIVO A MOTORES ESTACIONARIOS Y
MAQUINAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA”**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

GUILLERMO LUIS NUREÑA SANCHEZ

PROMOCIÓN 1978-II

LIMA – PERU

2006

Dedico el trabajo de este Tema, a mis dos hijas Olga y Brenda que con su ternura motivaron en mí siempre voluntad y constancia para hacer posible alcanzar esta meta.

TEMA: “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A MOTORES ESTACIONARIOS Y MAQUINAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA”

CONTENIDO

| | |
|--|------------|
| PROLOGO..... | 1 |
| CAPITULO I.-INTRODUCCION | 2 |
| 1.1.- OBJETIVOS | 3 |
| 1.2.- ALCANCES | 4 |
| 1.3.- FINALIDAD..... | 4 |
| 1.4.- LIMITACIONES | 4 |
| CAPITULO II.- GENERALIDAD DE MANTENIMIENTO | 5 |
| 2.1.- GENERALIDADES..... | 5 |
| 2.2.- CLASES DE MANTENIMIENTO..... | 16 |
| 2.3.- SISTEMAS QUE COMPRENDE UN MOTOR Y UNA MAQUINA | 28 |
| 2.4.- LUBRICANTES..... | 110 |
| 2.5.- INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS..... | 141 |

CAPITULO III.- GUIA DE DIAGNOSTICOS DE FALLAS

| | |
|---|------------|
| Y VALORIZACIÓN..... | 153 |
| 3.1.- CAUSAS DE FALLAS EN GENERAL..... | 153 |
| 3.2.- LISTA DE TIEMPOS HORAS / HOMBRES, POR COMPONENTES DE UNA MAQUINA | 172 |
| CAPITULO IV.- DESARROLLO DE LOS SERVICIOS REALIZADOS | 212 |
| 4.1.- EVALUACIÓN DE UN MOTOR MARINO | 212 |
| 4.2.- EVALUACION DE MAQUINAS MOVIMIENTO DE TIERRA .. | 221 |
| 4.3.- EVALUACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS | 224 |
| CONCLUSIONES..... | 241 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 243 |

PROLOGO

Por los años 1, 970, con la evolución del sistema de comunicación interviniendo para ello las computadoras personales, el área de Mantenimiento empezó a desarrollar y procesar sus propios programas de organización. Y presentándose para entonces las dificultades de la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas que no siempre se encontraba familiarizado con lo que respecta el Mantenimiento.

Haciéndose en muchas empresas esta situación muy importante para la Planificación, Organización y Control del Mantenimiento, pasando a convertirse en un órgano de asesoramiento para la supervisión general de la producción, ya que éste influye también en el área de Operación.

A finales del siglo pasado con las exigencias y el incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el Mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los Equipos.

Se formaron entonces profesionales de Mantenimiento que pasaron a ser también mas exigidos en la atención adecuada de sus Clientes, los Equipos, Obras ó instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan se manifiestan como impacto directo ó indirecto en el producto ó servicio que una Empresa ofrece a sus Clientes.

Es así que Enrique Ferreyros S.A. representantes en Perú de maquinaria pesada diesel, de la marca Caterpillar; en su Departamento de Entrenamiento organiza un Plan de Adiestramiento para su personal de profesionales jóvenes Ingenieros de la especialidad, para cubrir esta necesidad de asesoramiento, información y soluciones inmediatas para sus Clientes y lograr una mayor operatividad, eficiencia y rendimiento de los Equipos.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Con la intención de mantenernos informados de las necesidades principales de un servicio profesional y técnico de identificación y requerimiento de repuestos en el Departamento de Mantenimiento de una Empresa (usuarios o clientes) y que contaban con un Parque de Maquinarias de diferentes modelos y de la marca CATERPILLAR; así también con la intención de mantener informado al cliente de las últimas máquinas que viene ofreciendo CATERPILLAR, informaciones técnicas, modificaciones y mejoras obtenidas en la máquina, como también contar con una relación más cercana del cliente con Enrique Ferreyros S.A.

En el año 1979 postulo en ese entonces a la Compañía Enrique Ferreyros S.A. a una vacante para el área de Representantes de Servicios y Repuestos CATERPILLAR.

Después de un adiestramiento técnico de aproximadamente 8 meses y conocimiento de los diferentes modelos de máquinas que ofrecía la Empresa Enrique Ferreyros S.A., es que empecé a desempeñarme como tal en la Empresa en la sucursal de Piura, en donde asistía profesionalmente a las máquinas de los Clientes asiduos que pertenecen a la zona. Así también por intermedio de un contrato aprobado que obtuvo la Empresa con Petróleos del Perú S.A. llegué a participar en la supervisión y ejecución de Servicio de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Parque de Máquinas CATERPILLAR de todo el Oleoducto Nor Peruano, ubicado en la selva y cuya función fue programar permanentemente, organizar y dirigir las diferentes reparaciones que se ejecutaban por parte de nuestra Empresa, por un periodo de dos años aproximadamente.

Después fui promocionado a Jefe de Servicios en la sucursal del Cuzco. Durante mi permanencia, se organizó administrativamente el Departamento de Servicios y se lograron alcanzar los objetivos del Presupuesto trazado por la Empresa.

Luego me promocionaron al Departamento de Servicio de campo en Lima, para brindar apoyo profesional administrativo y técnico a nivel Nacional a las diferentes sucursales con que cuenta la Empresa. En el caso de servicio de apoyo que ofrecí a la sucursal Chiclayo como Jefe de Servicio y durante mi permanencia se consiguió mejorar la imagen de servicio a los clientes; su organización administrativa y lograr superar los objetivos del Presupuesto de Servicio del año 1991.

Me retiré de la Empresa por voluntad propia acogiéndome al programa de reducción de personal.

El adiestramiento, al experiencia recogida y los diferentes trabajos profesionales logrados satisfactoriamente han motivado en mi persona desarrollarlo como tema de mi titulación profesional.

1.1.- OBJETIVO

El presente trabajo tiene por objeto proporcionar un modelo sobre como vender servicios y repuestos, teniendo como herramienta profesional, evaluar, detectar fallas y elaborar un presupuesto que incluya la mano de obra, repuestos necesarios y materiales a emplearse, de manera que el Cliente pueda tener una imagen y tomar una decisión sobre el estado y alternativa de solución de los problemas que presenta una máquina.

1.2.- ALCANCES

A lo largo de los capítulos que se desarrollan se describen los procedimientos y trámites que se siguen para evaluar, detectar las fallas, presupuestar y tratar con el Cliente.

1.3.- FINALIDAD

Mi intervención en una máquina tiene como finalidad principal de brindar al cliente un servicio que permita informarse del estado en que se encuentra su máquina y tener alternativas de solución inmediata, para así mejorar el rendimiento de la máquina, programar dando prioridad a los diferentes servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en forma continua de acuerdo a los requerimientos y tener parámetros de valorización de las máquinas y también para elaborar el presupuesto del año siguiente.

1.4 LIMITACIONES

La utilización de los modelos que mencionemos está circunscrito de acuerdo a los lugares que he laborado principalmente en Enrique Ferreyros S.A. y con los diferentes modelos y aplicaciones de las máquinas CATERPILLAR pudiendo adecuarse para otras marcas distintas considerando las características y estructuras inherentes que posee cada marca en particular

CAPITULO II

GENERALIDADES DE MANTENIMIENTO

2.1.- GENERALIDADES

Toda intervención técnica a una máquina se inicia realizando una visita programada al Cliente ó cuando lo haya solicitado indicando una necesidad de atención de sus máquinas.

Para ello, en el segundo caso se debe tratar de pedir información del tipo de problema que se presenta, para llevar consigo, herramientas e instrumentos de evaluación y calibración.

Téngase en consideración que el personal especializado en estas labores de Mantenimiento Preventivo y Correctivo; debe dominar los diferentes sistemas que componen un Motor Estacionario, una Máquina de movimiento de tierra o Grupo Electrónico como son:

Sistema de Admisión y Escape.

Sistema de lubricación de motor.

Sistema de combustible.

Sistema de refrigeración.

Sistema eléctrico de arranque y pares de emergencia.

En máquinas de movimiento de tierra además son:

Sistema de la transmisión - Directa, mecánica
 - Convertidor de torque hidráulico.

Sistema hidráulico.

Sistema de Frenos.

Sistema del tren de rodamientos. – Cadenas
 - Neumáticos.

Así también es importante el buen uso, manejo y dominio de la interpretación de los instrumentos de evaluación y calibración de una máquina. Entre los principales instrumentos tenemos los siguientes:

Evaluador del motor, presión y temperatura de admisión de aire, de gases de escape.

Instrumentos de presión de aceite y combustible.

Instrumento de temperatura del agua de refrigeración, del aceite de motor y de la transmisión de una máquina.

Instrumentos para tomar voltaje, ohmio, amperaje, frecuencia y continuidad.

Calibrador de válvulas.

Tacómetro para medir la velocidad del motor.

Maletín de herramientas conteniendo llaves mixtas de corona, dados, llaves Allen hexagonales, etc. Ver Figuras N° 80 y 81

LA EVOLUCIÓN ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor, “calidad”, como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional.

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como $\text{Producción} = \text{Operación} + \text{Mantenimiento}$, donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación;

Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;

Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento como indica la Figura 1.



Figura 1 - Posición del Mantenimiento hasta la década de 1930

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación, siendo el organigrama resultante, el representado en la Figura 2.

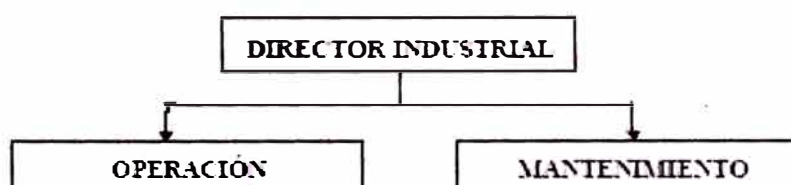


Figura 2 - Posición del Mantenimiento en las décadas de 1930 y 1940

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los Gerentes de Mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación (Figura 3), y seleccionaron grupos de especialistas para

conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron como indica en la Figura 4.

| Tiempos de Diagnóstico y Reparación de Equipos de acuerdo con su naturaleza constructiva | | |
|--|--------------------|-------------------|
| NATURALEZA | DIAGNÓSTICO | REPARACIÓN |
| Mecánico | 10% | 90% |
| Hidráulico | 20% | 80% |
| Eléctrico | 60% | 40% |
| Electrónico | 90% | 10% |

Figura 3 - Tiempos de diagnóstico y reparación según su naturaleza constructiva



Figura 4 - División organizacional del mantenimiento

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como Mantenimiento Predictivo o Previsivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la Ingeniería de Mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de PCM -Planificación

y Control del Mantenimiento, este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de Mantenimiento, como es ilustrado en la Figura 5.



Figura 5 - Subdivisión de la Ingeniería de Mantenimiento en área de Estudios y PCM

A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento.

Sin embargo, es recomendable que esas computadoras sean asociadas a una red, posibilitando que su información quede disponible para los demás órganos de la empresa y viceversa. En ciertas empresas esta actividad se volvió tan importante que el PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción (Figura 6), ya que influye también en el área de operación.

En este final de siglo, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.

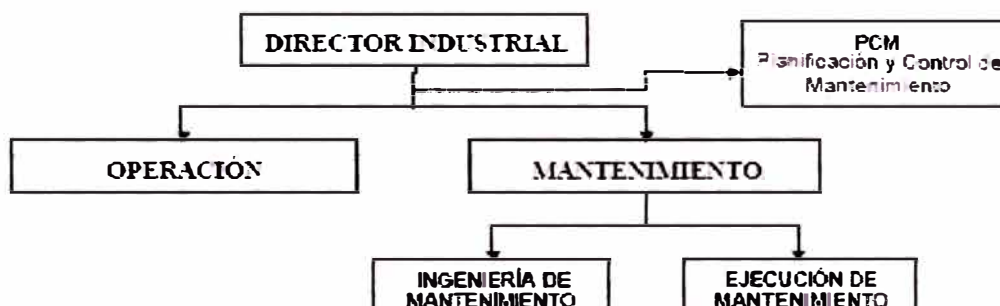


Figura 6 - Posición del PCM asesorando la supervisión general de producción

Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y Cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia, en los resultados de la empresa. Por otro lado el mantenimiento también tiene sus proveedores, o sea: los contratistas que ejecutan algunas de sus tareas, el área de materiales que abastece los repuestos y material de uso común, el área de compras que adquiere materiales y nuevos equipos

etc.; siendo todos ellos importantes para que el cliente final de la empresa se sienta bien atendido - Figura 7.

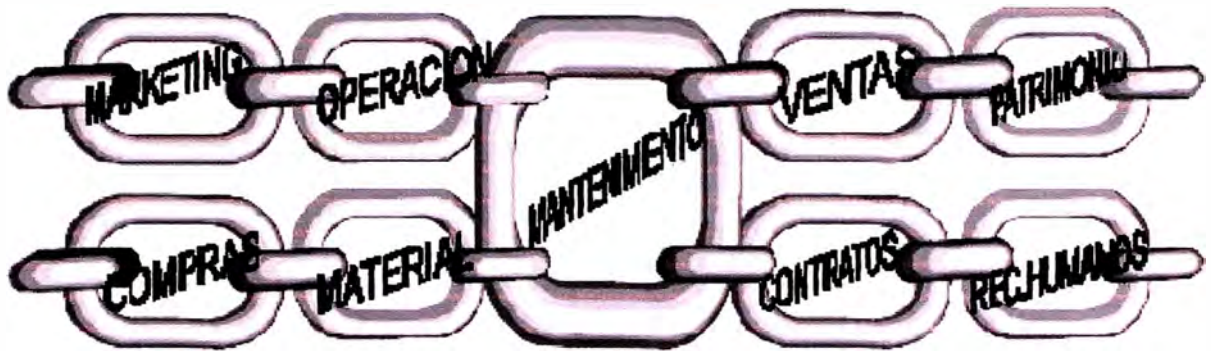


Figura 7 - Cadena de relaciones del mantenimiento con sus clientes y proveedores

Lo que muchas veces ha pasado desapercibido para los ejecutivos, hoy en día es bien obvio: un mal mantenimiento y baja confiabilidad significan: bajos ingresos, más costos de mano de obra y altos "stocks", clientes insatisfechos y productos de mala calidad. Para las empresas, el costo puede significar decenas y hasta centenas de millones de dólares. Sólo la cantidad de oportunidades es aterradora, pero hay innumerables ejemplos que muestran esto.

La búsqueda obstinada de ventajas competitivas, ha mostrado que el costo del mantenimiento no está bajo control y es un factor importante en el incremento del desempeño global de los equipos.

Tienen cada vez más aceptación en las empresas, los grupos de asesoría y las organizaciones profesionales para el buen desempeño de la producción. En términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar alrededor de 2% o menos del valor del activo.

Ejemplo: si los activos de una planta suman \$60 millones, y esta planta tiene un gasto mensual con mantenimiento de aproximadamente \$140 mil, ¿su gestión es adecuada?

La respuesta sería NO, como se demuestra en el siguiente cálculo:

$$60\,000\,000 \times 2\% = 1\,200\,000$$

$$1\,200\,000 / 12 \text{ (meses)} = 100\,000$$

Por lo tanto, la expectativa máxima para el gasto sería de \$100 mil mensuales, y se demuestra que la empresa estaría gastando 40% más de lo adecuado, lo que podría estar afectando su balance de forma significativa.

El mejoramiento continuo de las prácticas de mantenimiento, así como la reducción de sus costos, son resultados de la aplicación del ciclo de Calidad Total como base, en el proceso gerencial.

Mejoras significativas en los costos del mantenimiento y disponibilidad de los equipos están siendo alcanzadas a través de la:

- Ejecución de algunas actividades por parte de los operarios de los equipos
- Mejoramiento continuo del equipo;
- Educación y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento;
- Recopilación de información, evaluación y satisfacción de las necesidades de los clientes;
- Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios;
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios;
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas;

- Planificación del mantenimiento con "enfoque en la estrategia de mantenimiento específico por tipo de equipo".

Cada vez más, y seguramente de manera semejante sucederá con el cambio de siglo; las transformaciones en una compañía, se deben en gran parte, a la buena relación entre cliente y proveedor, sea interno o externo. Los conflictos crean costos y consumen tiempo y energía. La gestión dinámica del mantenimiento comprende la administración de sus interfaces con otras divisiones corporativas.

La coordinación en la planificación de la producción, la estrategia de mantenimiento, la adquisición de repuestos, la programación de servicios y el flujo de información entre estos subsistemas, eliminan los conflictos en la obtención de metas.

Altas disponibilidades e índices de utilización; el aumento de la confiabilidad, el bajo costo de producción como resultado del mantenimiento optimizado, la gestión de repuestos y la alta calidad de los productos son metas que pueden ser alcanzadas solamente cuando operación y mantenimiento trabajan juntos.

En grandes empresas americanas fueron revisadas más de 15 000 Ordenes de Trabajo, donde se pudo observar que 47% de los servicios podrían dejar de ser ejecutados, lo que correspondía, en esas empresas, a gastos innecesarios del orden de 12 millones de dólares en mano de obra y materiales.

Actualmente se observa que las empresas bien administradas han adoptado una visión prospectiva de oportunidades, usualmente soportada por:

- Rutinas sistematizadas para minimizar mantenimiento;

- Sistemas de mantenimiento con auxilio de procesamiento electrónico de datos;
- Herramientas y dispositivos de medición;
- Asesorías competentes en la determinación del potencial de mejoramiento e implantación de soluciones estratégicas.

En las rutinas sistematizadas, se busca establecer las necesidades reales de intervención y la aplicación, lo mejor posible, de las tablas que, además de compactar la información, permiten estandarizar la búsqueda de registros y filtros necesarios para la elaboración de los reportes históricos y el apoyo al análisis de fallas, evaluando la disponibilidad y los costos.

En los sistemas de mantenimiento con el apoyo del procesamiento electrónico de datos, se busca almacenar el máximo posible de información relacionada con los equipos (registro) y materiales (repuestos), establecer las tareas adecuadas para ejecución de intervenciones programadas por los mantenedores y operadores, definir el momento adecuado para la ejecución y los recursos que serán utilizados (planificación), reducir al máximo las tareas burocráticas de los ejecutantes de mantenimiento, al mismo tiempo que se establece, de forma completa los registros que serán recuperados en una intervención relacionada con registros de otras áreas, directa o indirectamente implicadas con la función mantenimiento.

En las herramientas y en los dispositivos de medición, serán utilizados los criterios de predicción con datos originados en el monitoreo automático o manual, el establecimiento de criterios para garantizar el mejor mantenimiento en los aspectos de costos y seguridad, incluyendo las acciones necesarias para reducir los

movimientos del personal de mantenimiento y las pérdidas de tiempo en la recolección de materiales y herramientas.

La adecuada recolección de información, almacenamiento y tratamiento de datos permitirán obtener los reportes, que a su vez, deben ser prácticos, concisos y objetivos, además de ser adecuados a los niveles de consulta para cada cliente.

A partir de 1994 con la universalización de algunos software, los clientes pasaron a ser más exigentes en sus criterios de selección y algunos cuestionarios fueron creados para facilitar ese proceso. Algunos de esos cuestionarios son elaborados de forma tal que permitan ponderar las respuestas, o sea, atribuir a través de puntos, combinados o no con "pesos", mayor importancia en algunas con relación a otras.

Existen hoy día más de 200 softwares específicos de mantenimiento siendo comercializados en el mundo (de los cuales más de 30 en Brasil), ofreciendo soluciones específicas en función del producto, tecnología, mercado y estrategia de las diversas empresas.

2.2.- CLASES DE MANTENIMIENTO

Cada día se va obteniendo mayores logros, para conseguir una permanente conservación de los equipos, realizando inspecciones periódicas, programando servicios preventivos y correctivos, analizando costos de cada máquina teniendo en cuenta que existe un equilibrio entre costo de adquisición y mantenimiento.

Cuando una máquina se desarma para su reparación se producen por varias etapas, tiempo en desarmar, tiempo de ejecución de limpieza de componentes, evaluación de

las piezas, elaboración del listado de repuestos que se requiere cambiar, reparación y prueba del equipo.

Cuando la máquina comienza a presentar fallas cada vez mayores principalmente debido al desgaste por tiempo de vida es cuando hay que decidir en los costos de reparación y facilidades para obtener repuestos versus el costo de disposición y justificar el reemplazo por una máquina nueva.

Cada día se va obteniendo mayores logros, para conseguir una permanente conservación de los equipos, realizando inspecciones periódicas, programando servicios preventivos y correctivos, analizando costos de cada máquina teniendo en cuenta que existe un equilibrio entre costo de adquisición y mantenimiento.

En las definiciones que a continuación propongo no existen muchas divergencias respecto al significado de la palabra "Mantenimiento" como "acto o efecto de mantener, medidas necesarias para la conservación o permanencia de alguna cosa o de una situación", sin embargo, a partir de sus subdivisiones surgen las divergencias en el establecimiento de las fronteras entre Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.

Debido a la inexistencia de un estándar universal de caracterización de algunas actuaciones, como preventivo o correctivo, es fundamental, para el desarrollo del control del mantenimiento, que cada empresa opte por una terminología adecuada, de preferencia igual a aquella en uso por la mayoría de las industrias del mismo ramo y que una vez elegida, sea enfáticamente divulgada internamente y evitar que sean hechos estos cambios de conceptos después de definidos, para evitar el deterioro del Sistema.

Mantenimiento – Es todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento Preventivo- Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar o prevenir fallas.

Mantenimiento Correctivo - Todos los servicios ejecutados en los equipos que presentan falla.

Mantenimiento Preventivo por tiempo y Mantenimiento Preventivo por estado.

De esta manera, son indicadas a continuación, las subdivisiones del Mantenimiento Preventivo de uso más común y sus clasificaciones según esta propuesta:

Mantenimiento Preventivo por Tiempo - Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, etc.).

Mantenimiento Preventivo por Estado - Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.).

Mantenimiento de Rutina o Inspección. - Servicio caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo, con el objetivo de acompañar el desempeño de sus componentes - mantenimiento preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser desarrollada por el personal de operación, a partir de la programación desarrollada por el Departamento de Mantenimiento o por "inspectores" vinculados al área de Mantenimiento con esta función específica.

Debido a su corta duración, exige control simplificado que debe, sin embargo ser procesado, pues ofrece una gran contribución al diagnóstico del estado de los equipos.

Mantenimiento Periódico o Sistemático - Actividad en que cada equipo es puesto fuera de servicio, tras un período de funcionamiento, para que sean efectuadas mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes o referencias externas, mantenimiento preventivo por tiempo. Un buen control del Mantenimiento Preventivo Sistemático requiere registros históricos, debiendo por lo tanto ser implantado después de algún tiempo de funcionamiento de los equipos, ya que normalmente los fabricantes omiten o desconocen los puntos de falla de sus líneas de producción. Como alternativa para la implantación inmediata puede ser atribuida una periodicidad a cada uno, en base a las experiencias profesionales de los ejecutantes del Mantenimiento, que irán siendo ajustadas a

través del acompañamiento de la incidencia de correctivos entre preventivos o por la inexistencia de defectos constatados en las paradas programadas.

Mantenimiento Selectivo - Cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con entidades de investigación – mantenimiento preventivo por estado.

Mantenimiento Predictivo o Previsivo - Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, a través del análisis de síntomas o estimativa hecha por evaluación estadística, con el objetivo de predecir el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio o reparación - mantenimiento preventivo por estado. Como en el caso anterior, se trata de un Control Predictivo o Previsivo, para ejecución de mantenimiento preventivo.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

CONCEPTOS DEL TPM

TPM es la sigla de "Total Productive Maintenance" (Mantenimiento Productivo Total), es una técnica desarrollada en el Japón en la década de 1 970, como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.

Tiene como concepto básico "la reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración y mejora de las personas y de los equipos", con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y el cambio de la postura organizacional. Aplicado a la industria se puede interpretar como:

"CONSERVACIÓN DE LOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN POR TODOS"

El TPM es una técnica que promueve un trabajo donde están siempre unidos, según los mismos objetivos: el Hombre, la Máquina y la Empresa.

De esta manera, el trabajo de conservación de los medios de producción, pasa a ser preocupación y acción de todos, desde el directorio hasta el operador del proceso (o servicio).

El TPM compromete la eficacia de la propia estructura orgánica de la empresa, por medio de mejoras a ser introducidas e incorporadas, tanto en las personas como en los equipos.

"TPM es una herramienta poderosa para vencer el desafío de la productividad y de la calidad".

De esta forma, se puede decir que el TPM es una técnica de administración de la producción que posibilita la garantía de producir productos con calidad, a menores costos y en el momento necesario.

Con relación a los equipos, significa promover la revolución junto a la línea de producción, a través de la incorporación de la "Ruptura cero", "Defecto cero" y "Accidente cero".

El TPM es la continuidad de la evolución de metodologías tecnológicas de mantenimiento, según tres etapas precursoras, conocidas como: Escuela Latina (Francia - mitad de la década de 1 960), Investigaciones Rusas (Rusia - al término de la década de 1960) y Tero tecnología (Inglaterra - inicio de la década de 1 970).

La Escuela Latina presupone que el aumento de la productividad de las empresas, se obtiene a través del mantenimiento que, por medio de un Sistema informatizado e integrado, moviliza los recursos y trabajo en equipo de varios segmentos y diferentes niveles de jerarquía, motivados y coordinados bajo una misma dirección, o sea, el mantenimiento coordina grupos de trabajo en diversos niveles de supervisión buscando mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos.

En las Investigaciones Rusas es creado el concepto de "Ciclo de mantenimiento", definido como: el intervalo comprendido entre dos "Revisiones Generales", que implican todos los trabajos de ajustes y sustituciones ejecutadas, durante ese período. Entre dos "Revisiones Generales", son intercaladas inspecciones sistemáticas de detección de averías o verificaciones diversas. Esta teoría se desarrolló posteriormente, para el llamado Mantenimiento Selectivo.

La Tero tecnología es la alternativa técnica capaz de combinar los medios financieros, estudios de confiabilidad, evaluaciones técnico económicas y métodos de gestión, con el objetivo de lograr que los ciclos de vida de los equipos sean cada vez menos dispendiosos (el mantenimiento es el corazón de cualquier sistema tero tecnológico).

Son objetivos del TPM:

1. Constituir una estructura empresarial que busque la máxima eficiencia del sistema de producción (o servicio) - rendimiento global;

2. Constituir, en el propio local de trabajo, mecanismos para prevenir las diversas pérdidas, obteniendo el cero accidente, el mínimo de defectos y el mínimo de fallas, teniendo como objetivo: disminuir el costo del ciclo de vida del sistema de producción;
3. Comprometer a todos los departamentos, comenzando por el de producción (operación + mantenimiento) extendiéndose a los de desarrollo, ventas, administración etc. (incluyendo terceros);
4. Contar con la participación de todos, desde los directores hasta los operarios de primera línea;
5. Obtener la pérdida cero por medio de actividades simultáneas de pequeños grupos;
6. Mejorar la calidad del personal (operadores, mantenedores e ingenieros);
7. Mejorar la calidad de los equipos, a través de la maximización de su eficiencia y de su ciclo de vida útil;
8. Mejorar los resultados alcanzados por la empresa (ventas, satisfacción del cliente, imagen etc.).

Con el objetivo de conciliar los intereses de los accionistas, a través del rendimiento del capital, de los empleados, de la mejora de conocimientos, estímulos económicos, ambiente de trabajo saludable y de la satisfacción de los clientes, a través de la mejora de los plazos de entrega, mejora de la calidad y reducción de los precios, debe ser la realización de la correcta administración que son:

Recursos humanos - a través de la capacitación

Proceso - a través del TQC (ciclo de calidad total);

Materiales - a través del "just in time" (tener en el momento justo)

Medios de producción - a través del TPM.

De esta forma, se puede considerar que el TPM promoverá :

- Mejoramiento del personal, a través del cambio de mentalidad de todos, la adopción del mantenimiento espontáneo por los operadores, la capacitación del personal de mantenimiento y el estímulo a la revisión del proyecto de máquinas, con el objetivo de mejorar su vida útil y su mantenibilidad;
- Mejoramiento de máquinas e instalaciones: a través de la mejora de la eficiencia global, de la eficiencia técnica y del factor de utilización;
- Mejoramiento de la cultura empresarial, a través de la eliminación de tiempos de espera, resultados económicos y creación de un trabajo seguro, agradable y sin polución.

De acuerdo con informes divulgadas por el JIPM - "Japan Institute of Plant Maintenance" (Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta), con la aplicación del TPM se puede obtener los siguientes efectos tangibles:

- Mejora de la productividad por valor agregado - de 1,5 a 2 veces;
- Reducción de la proporción de defectos en proceso - de 10/1;
- Reducción en la proporción de reclamos de los clientes - de 4/1;
- Reducción de los costos de producción - 30%;
- Reducción del almacenamiento de productos - 50%

- Obtención del cero accidente en el lugar de trabajo y cero contaminaciones.

Y los siguientes efectos intangibles, principalmente en el factor humano:

Control totalmente autónomo de los equipos ("Jishu Hozen"). Culto de la mentalidad

" A mi equipo lo cuido yo";

Estímulo de la confianza en si mismo, obtenida por la aplicación de la política de "ejecutando se consigue", alcanzando el mínimo de falla y el mínimo de defecto;

Desarrollo del "sentido de responsabilidad", a través de la aplicación de las "5S";

Construcción de un ambiente de trabajo salubre, pues el mismo se torna limpio, sin residuos de lubricantes o suciedades (sentido de limpieza y sentido de aseo de los "5S");

Proporcionar la imagen de una buena empresa para los visitantes, que se asociará a nuevos pedidos para el sector de ventas.

La filosofía del TPM busca eliminar los 6 tipos de pérdidas que disminuyen la eficiencia.

Considerando el potencial de trabajo de una máquina en un turno laboral, se identifica inicialmente su "Tiempo de Carga", o sea, el tiempo máximo de producción de esta máquina.

Si se descuentan, de este tiempo, las pérdidas debido a parada por ruptura y cambio de línea/ajuste de herramientas, (estas dos conocidas como "pérdidas por parada"), resulta el "Tiempo de Operación" , o sea, el tiempo en que la máquina está capacitada para producir.

Las paradas por ruptura, constituyen el mayor porcentaje de pérdidas del rendimiento operacional de los equipos. Son difíciles de eliminar y se presentan según dos causas:

pérdida debido a la propia ruptura y pérdida debido a la degeneración gradual del desempeño, introduciendo defectos en el producto. Su eliminación puede ser realizada a través del análisis de fallas.

Los cambios de línea y/o ajustes de herramientas, son pérdidas inevitables que ocurren, cuando se efectúa un cambio en la línea, con interrupción del proceso. Esta pérdida, consiste en el hecho de que, en general, se gasta mucho tiempo para efectuar los cambios en la máquina y principalmente en los ajustes. Son de dos causas: interna - máquina parada y externa - máquina en funcionamiento.

Si, del "Tiempo de Operación", se descuentan las pérdidas debido a operación en vacío/pequeñas paradas y a la reducción de velocidad (estas dos conocidas como "pérdidas por ritmo inadecuado"), resulta el "Tiempo Efectivo de Operación", o sea, el tiempo en que la máquina está produciendo según sus características óptimas.

La operación en vacío y las pequeñas paradas, son interrupciones momentáneas, provocadas por un problema cualquiera, como por ejemplo: la desconexión de un motor por sobrecarga. Estos tipos de pérdida, generalmente son situaciones donde es suficiente una rápida intervención del operador, para la continuación del trabajo.

La reducción de velocidad es debida a que algunos fenómenos que obligan a trabajar a un ritmo menor, ocasionando pérdidas, resultantes de la reducción de velocidad de operación. Ejemplo: una deficiencia del sistema de refrigeración, que obliga a reducir la velocidad de operación en días cálidos. Normalmente se desconoce la magnitud de la velocidad óptima de la máquina. Por otro lado si es aumentada se revelarán defectos latentes.

Concluyendo, si del tiempo efectivo de operación se restan las pérdidas debido a Productos defectuosos/retrabajo e inicio de producción/rendimiento, (estas dos conocidas como "pérdidas por rechazo"), resulta al final el "Tiempo de Operación con Valor Agregado".

En la producción defectuosa y retrabajo, se encuentran las pérdidas de calidad y repetición de trabajos, causadas por el mal funcionamiento del equipo, la falta de capacitación del personal de operación y/o la falta de mantenimiento. Son ocurrencias esporádicas, generalmente de fácil identificación y corrección. Por otro lado, ocurrencias crónicas, que son de difícil identificación. La reducción de las ocurrencias crónicas, requiere investigación y acciones innovadoras.

En el inicio de producción se encuentran las pérdidas de rendimiento, que se presentan desde la partida hasta la estabilización de las condiciones operacionales.

Son pérdidas significativas, que normalmente suman grandes tiempos y muchas veces pasan desapercibidas a los operadores, mantenedores y supervisores.

Ejemplos: Inestabilidad de la propia operación, inestabilidad de la temperatura y/o presión y/o velocidad etc.; falta de mantenimiento; falta de materia prima; habilidad del operador etc. La Efectividad Operacional Global (EG) es calculada, a través del producto de la Tasa de Disponibilidad Operacional (DP) por la Tasa de Desempeño Operacional (Rendimiento Operacional, RO) y por el Índice de Calidad (Tasa de productos aprobados, IC), o sea:

$$EG = DP \times RO \times IC \times 100$$

A su vez, la tasa de disponibilidad operacional mediante la siguiente relación:

La tasa de Desempeño Operacional (Rendimiento), es obtenida por el producto de la Tasa Operacional Nominal (producto de la cantidad producida por el tiempo del ciclo real, dividido por la diferencia entre el tiempo de carga y el tiempo de paradas) y la Tasa de Velocidad Operativa (relación entre el tiempo de ciclo real y el tiempo de ciclo ideal), o sea:

El Índice de Calidad es obtenido por la relación entre la calidad de los productos aceptables [Cantidad de insumos - (pérdida de partida + pérdida por defectos del proceso + pérdidas de productos ensayo)] y la cantidad total de insumos, o sea:

Los resultados normalmente encontrados, cuando se hace este análisis, están entre los 30 y 50% y muestran, en cuanto se podría incrementar la productividad en el aspecto de rendimiento.

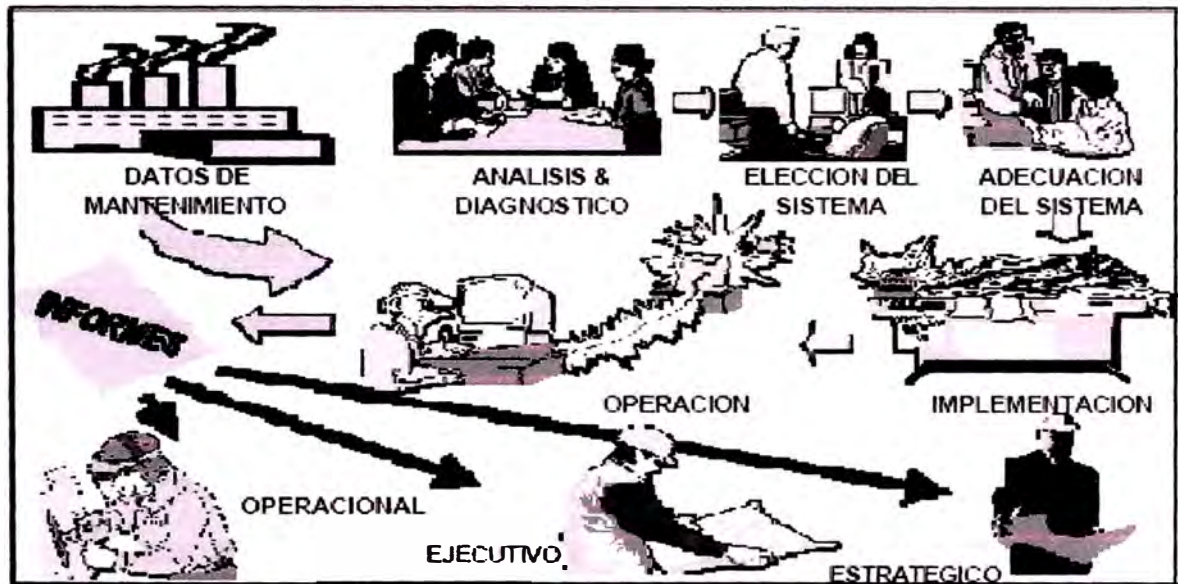
Sin embargo, en forma especial, se debe considerar que la mayoría de las actividades desarrolladas por los operadores, pueden ser de mucho desgaste, por lo que un aumento del ritmo de productividad, puede generar acciones inseguras por el cansancio y un consecuente accidente.

2.3.- SISTEMAS QUE COMPRENDE UN MOTOR Y UNA MAQUINA

Sistema y proceso

En el aspecto de organización de empresas, se puede definir un Sistema como un conjunto de procesos que interactúan y se relacionan para alcanzar objetivos definidos. A su vez, los Procesos son formados por un conjunto de tareas ejecutadas de forma ordenada - Figura 8.

Los métodos son los medios usados para el desarrollo ordenado de las tareas de un Sistema, o sea, las normas, procedimientos e informaciones disponibles en la organización.



Representación de un sistema de información aplicado al mantenimiento

FIGURA N° 8

Los diferentes sistemas que comprenden un Motor estacionario, una Máquina de movimiento de tierra o Grupo Electrónico como hemos mencionado lo desarrollaremos a continuación:

2.3.1.- SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Durante la admisión, en los motores con preparación externa de la mezcla, en el cilindro se introduce mezcla aire/combustible, mientras que en los motores en que la mezcla se hace dentro, en el cilindro entra solamente aire.

La cantidad máxima de aire o de mezcla combustible puede entrar en el cilindro cuando el émbolo se mueve muy despacio, en ausencia de gases

residuales, si las secciones de paso de los órganos de admisión son grandes y si la temperatura de las superficies trasmisoras de calor es igual a la del medio ambiente. En este caso el aire o la mezcla combustible, que entraría en el cilindro cuando el émbolo estuviese en el p.m.i. (punto muerto inferior), llenaría por completo todo el espacio del cilindro y su presión y temperatura corresponderían a las condiciones atmosféricas.

Cuando el aire y la mezcla combustible se mueven por el sistema de admisión se producen resistencias hidráulicas. Estas resistencias se deben a la formación de remolinos, al rozamiento del aire con las paredes, al rozamiento interno de las partículas de la mezcla entre sí, a los choques en los sitios en que la sección del conducto varía bruscamente, como en el estrangulador, en las válvulas, etc. Las resistencias hidráulicas hacen que la presión del aire en el sistema de admisión disminuya.

El sistema de admisión de los motores Diesel carece de dispositivos que varíen la cantidad de aire que llega al cilindro, puesto que en ellos se varía la carga regulando la cantidad de combustible que se inyecta. Por consiguiente, si el número de revoluciones del cigüeñal permanece constante, la resistencia hidráulica del sistema de admisión no varía.

En los motores Diesel el valor del coeficiente de llenado, al variar la carga, depende solamente del calentamiento del aire.

El escape: En los motores de cuatro tiempos las válvulas de escape se abren en un instante elegido de tal manera que en el primer período del barrido permite que los gases quemados salgan con una velocidad relativamente grande.

Los gases quemados salen del cilindro del motor a gran velocidad, produciendo un ruido estridente. Para disminuir este ruido se montan silenciadores en el tubo de escape. Al pasar por estos dispositivos los gases se expanden, pierden velocidad y salen al medio ambiente sin hacer ruido. Los silenciadores aumentan algo la resistencia del sistema de escape, por lo que la presión en el cilindro se eleva en este período.

En estas condiciones aumenta la cantidad de gases residuales que quedan en el cilindro y el coeficiente de llenado disminuye

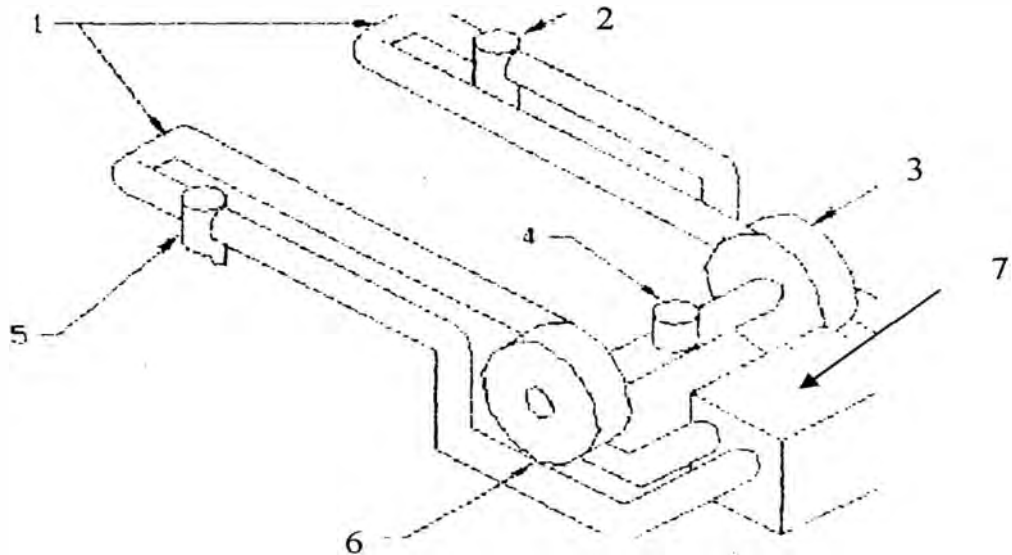


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

1. Múltiple de escape. 2. Cilindro lado derecho. 3. Turbocompresor lado derecho. 4. Salida de los gases de escape. 5. Cilindro lado izquierdo. 6. Turbocompresor lado izquierdo. 7. Enfriador del aire. Dos turbocargadores son usados. El turbocargador derecho (3) alimenta de aire a los cilindros del lado izquierdo (5) y el del lado izquierdo (6) alimenta a los cilindros del lado derecho (2).

FIGURA N° 9

Dos turbocargadores son usados. El turbocargador derecho (3) alimenta de aire a los cilindros del lado izquierdo (5) y el de lado izquierdo (6) alimenta a los cilindros del lado derecho (2).

Cambios en la carga del motor e inyección de combustible causa cambios en la velocidad de giro de los rotores de la turbina y compresor del turbocargador.

Cuando el turbocargador le aumenta la presión al aire que ingresa al motor, la temperatura de este aire aumenta. Un enfriador de aire (7) (con agua del sistema de refrigeración), esta instalado entre los turbocargadores y los múltiples de admisión de aire. El enfriador de aire, produce una disminución en volumen del aire caliente que sale de los turbocargadores.

El enfriador de aire esta instalado sobre la carcasa de alojamiento de la volante. A través del enfriador fluye agua que enfría el aire caliente de los turbocargadores. Al enfriar el aire, se logra que el peso del aire aumente, lo que permite quemar más combustible ganando el motor en potencia.

Las válvulas controlan los flujos del ingreso del aire y la salida de los gases de los cilindros, durante el funcionamiento del motor. Las válvulas de admisión y escape son abiertas y cerradas a través de los movimientos de los siguientes componentes del motor: cigüeñal, eje de levas, levantadores, balancines y resortes de válvulas.

El eje de levas es movido a través de un engranaje que esta en contacto con el engranaje del cigüeñal; Cuando el eje de levas gira, las levas también giran y los levantadores suben y bajan. Este movimiento de los levantadores hace mover los balancines y este movimiento permite que las válvulas de admisión y escape, ubicadas en la culata, se abran y cierren de acuerdo al orden de

encendido (secuencia de inyección) del motor. Los resortes en cada válvula las mantienen cerradas.

Los rotadores, que están en contacto con los resortes de válvulas, hacen girar las válvulas durante la operación del motor. El ángulo de giro de las válvulas es aproximadamente de 3 grados cada vez que la válvula es abierta. Esto previene los depósitos de carbón sobre las válvulas.

Los turbocargadores están instalados en la parte posterior de los múltiples de escape. Todos los gases de escape del motor, producto de la combustión, pasan a través de los turbocargadores. Los gases de escape pasan por los alabes de la turbina lo que la hace girar, quien a su vez permite el giro del compresor por estar en el mismo eje.

La máxima velocidad de giro del turbocargador (RPM) es controlado por la posición de la cremallera, la calibración de la velocidad alta en vacío y la altura sobre el nivel del mar en la cual este operando el motor.

2.3.2.- SISTEMA DE LUBRICACIÓN

La lubricación del motor es necesaria para evitar el desgaste excesivo, el recalentamiento y el agarrotamiento de las superficies que rozan, también para disminuir los gastos de potencia indicada por fricción en el motor y para extraer el calor que se desprende durante el funcionamiento en las superficies rozantes.

En algunos motores el sistema de lubricación se utiliza para la refrigeración forzada de piezas (émbolos y otros).

Los elementos más cargados del motor son los rodamientos de apoyo del cigüeñal. Estos rodamientos trabajan sometidos a cargas y velocidades que varían continuamente y en unas condiciones en que la presión, temperatura y fluidez del lubricante que se les suministra son variables. La seguridad y duración de estos rodamientos depende de la rigidez de las piezas acopladas, de la estructura y material de los propios rodamientos, de la exactitud de su fabricación y montaje, de las condiciones de trabajo, de la calidad del lubricante y de la organización de su suministro.

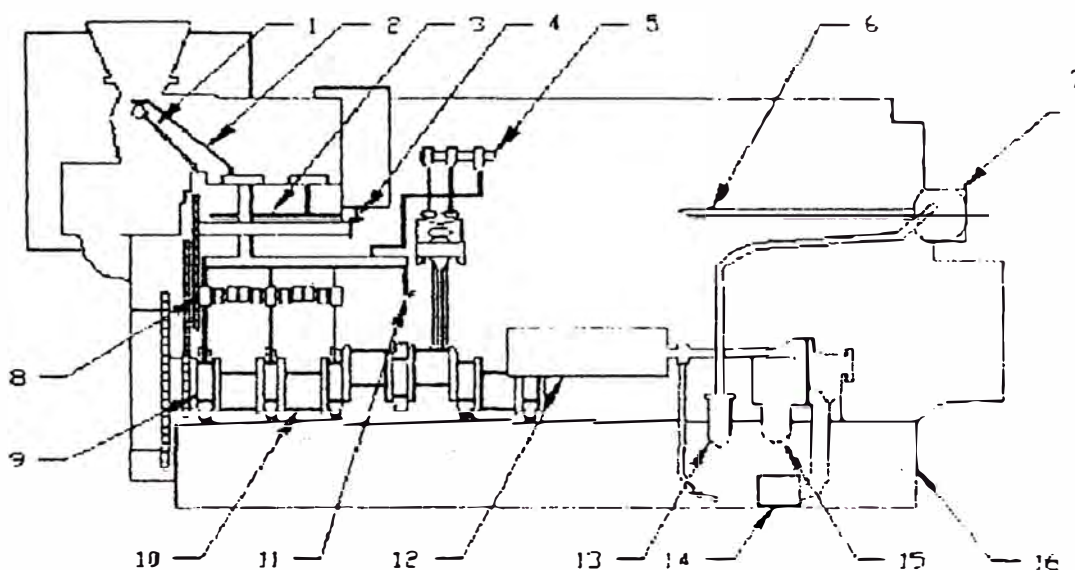


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

1. Línea de retorno de lubricación del turbocompresor. 2. Línea de suministro de lubricación al turbocompresor. 3. Múltiple de lubricación de bomba de inyección y gobernador. 4. Bomba de refuerzo para lubricación del gobernador. 5. Mecanismo de válvulas de admisión y escape. 6. Múltiple de distribución de lubricante. 7. Caja de filtros. 8. Rodamientos de eje de levas. 9. Rodamiento de bancada. 10. Rodamiento de biela. 11. Jet de lubricación de la parte interior del pistón. 12. Enfriador de aceite. 13. Válvula reguladora de presión. 14. Canastilla de succión 15. Bomba de lubricación. 16. Cárter.

FIGURA N° 10

Durante el funcionamiento del motor las condiciones de lubricación de sus diversas piezas son muy variadas. Las pérdidas por rozamiento y el desgaste de las superficies serán mínimas únicamente si el rozamiento es fluido. Por esto las formas estructurales de las piezas acopladas del motor y los sistemas para engrasarlas deben ser tales, que contribuyan en el mayor grado posible a conseguir el rozamiento fluido.

Según la Figura N° 10, el aceite del cárter (16) pasa a través del enfriador de aceite (12), alojamiento de filtros (7) e ingresa al múltiple (manifold) (6) para su distribución.

Una válvula de regulación (13) instalada sobre la base del cárter controla la presión máxima del aceite de la bomba (15). Una válvula en el alojamiento de los filtros permite pasar el aceite alrededor de los filtros cuando el aceite frío causa una reducción al flujo. Cuando el aceite está caliente, solo aceite limpio (filtrado) va hasta los rodamientos. A una restricción en los elementos del filtro, la válvula se abre permitiendo el paso del aceite hacia el distribuidor.

El aceite llega hasta los componentes internos y externos del motor a través de conductos conectados al distribuidor.

Lubricación de componentes externos.-

El aceite que lubrica el turbocargador, gobernador, bomba de lubricación del gobernador (4), el alojamiento de las bombas de inyección y los ejes motrices del gobernador y la bomba de combustible va a través del múltiple de aceite (3). Cuando el motor está equipado con paradas de protección por baja presión

de aceite, el aceite también llega hasta estos componentes a través del mismo distribuidor y de allí retorna al cárter.

Lubricación de componentes internos.-

El múltiple (6) envía aceite a través de conductos y tuberías a: Los inyectores de aceite (11) para pistones, mecanismo de apertura y cierre de válvulas (5), rodamientos del eje de levas (8), rodamientos de bancada del cigüeñal (9), rodamientos de biela (10) y al múltiple de aceite (3).

2.3.3.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE

En los motores de combustión interna se utiliza combustibles (carburantes) líquidos y gaseosos. Cuando se analiza un combustible líquido de los que se utiliza en los motores de combustión interna se determina su composición química, que indica la cantidad de cada elemento químico que contiene el combustible, es decir, de carbono C. de hidrógeno H y de oxígeno O; la cantidad de este último suele ser pequeña. Algunos combustibles contienen pequeñas cantidades de azufre S

La cantidad de calor que se desprende en la combustión completa de la unidad de masa o de volumen de un carburante se llama calor de combustión de dicho carburante, siendo esta una de las características más importantes de un carburante. La mayoría del combustible líquido que se emplea en los motores de combustión interna se obtiene del petróleo.

El combustible para los motores Diesel se inyecta en el cilindro al final del proceso de compresión, cuando la temperatura del aire que hay en él es alta. La cualidad principal que debe tener un combustible para Diesel es la de inflamarse con facilidad al entrar en contacto con el aire caliente. Esta propiedad se aprecia por el intervalo mínimo posible entre el instante en que comienza a inyectarse el combustible y el instante en que se inflama. Este intervalo, que se llama retardo a la inflamación, depende de los parámetros termodinámicos del aire en el instante en que se inyecta el combustible y, en gran parte, de las propiedades físicas y químicas de dicho combustible. La inflamabilidad de un combustible se aprecia por su número o índice de cetano. Para unas mismas condiciones en el instante de la inyección del combustible, el número de cetano se determina por la duración del retardo a la inflamación. Cuanto más alto sea el índice de cetano tanto menor será el retardo a la inflamación.

Otra característica importante de la calidad de un combustible es su viscosidad, que depende de la temperatura del combustible y de su composición fraccionada. De la viscosidad del combustible depende la calidad de su pulverización y de su mezcla con el aire.

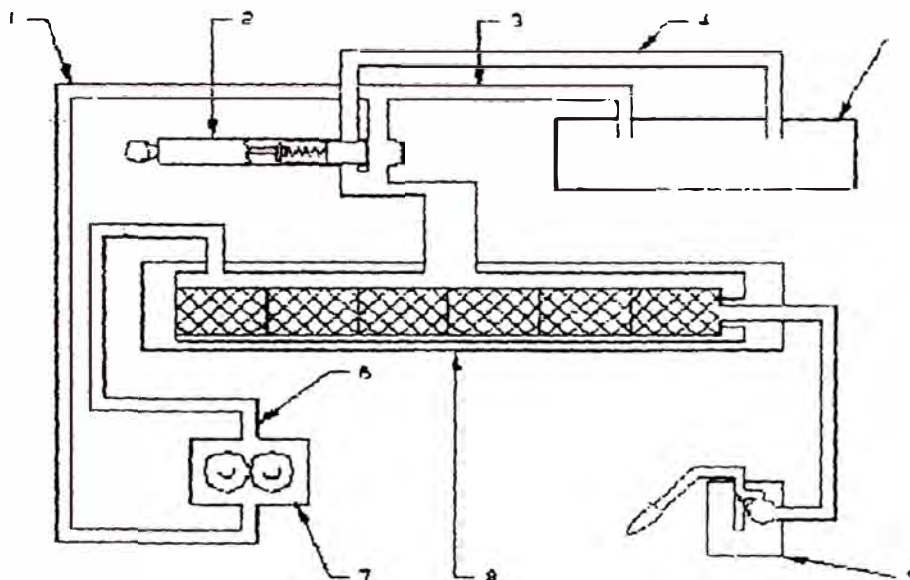


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

1. Línea de ingreso de combustible a la bomba de Transferencia. 2. Bomba de cebado. 3. Línea de salida de combustible del tanque. 4. Línea de retomo de combustible al tanque. 5. Tanque de combustible. 6. Línea de descarga de combustible de la bomba de transferencia. 7. Bomba de transferencia de combustible. 8. Filtros de combustible. 9. Bomba de inyección de combustible.

FIGURA N° 11

El combustible es tomado desde el tanque (5) tanto por la bomba de cebado (2) como por la bomba de transferencia (7). La bomba de transferencia envía el combustible a través de los filtros (8) hasta las bombas de inyección (9), situadas en la parte superior del motor, estas a su vez inyectan el combustible, pulverizado por los inyectores, a las precámaras donde se realiza la combustión.

Cuando el motor está funcionando, solo el combustible necesario es proporcionado al motor, para que funcione a la velocidad deseada, a través de los filtros y la bomba de inyección. El combustible que no necesita el motor regresa a través de pasajes a la bomba de transferencia. Estos pasajes son abiertos por una válvula de control ubicada en la bomba de cebado. Al mismo

tiempo, algo de combustible y el aire que pudiera haber en el sistema regresa, al tanque de combustible a través de la línea (4).

El combustible, sale de la bomba de inyección a una presión muy alta, este es enviado a través de las líneas de inyección hasta los inyectores. Cuando el combustible alcanza la presión de apertura en los inyectores, una válvula check dentro de la tobera se abre. Esto permite que el combustible ingrese a las precámaras correctamente pulverizado.

2.3.4.- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El calor que por refrigeración forzada se extrae de los cilindros, se cede al aire que rodea al motor. El medio que enfría al cilindro, y su estado, puede ser diverso; atendiendo a estos indicios se distinguen los siguientes sistemas de refrigeración:

- 1) por líquido, en los cuales como medio refrigerante se utiliza el agua y otros líquidos que hierven a alta temperatura;
- 2) por aire, en los que las piezas se refrigeran por una corriente de aire; y
- 3) por evaporación que extraen el calor por vaporización del líquido que baña las piezas calentadas.

Generalmente se utilizan los dos primeros sistemas de refrigeración. Cuando la refrigeración es por líquido el estado térmico del motor se aprecia por la temperatura del líquido de refrigeración y del aceite, cuando es por aire se determina por la temperatura del aceite.

El sistema de refrigeración debe asegurar un régimen térmico estable del motor. Si el motor se calienta empeora la lubricación de las superficies rozantes y se

quemado el aceite. Esto último hace que se alteren las holguras en las piezas acopladas y que se estropee el motor, incluso un recalentamiento insignificante del motor empeora su rendimiento económico (disminuye el llenado, se produce detonación en los motores de carburador y auto inflamación en los Diesel). Si el motor se enfría demasiado se condensan las partículas de combustible, empeora la formación de la mezcla y su inflamación, disminuye su velocidad de combustión y a consecuencia de todo esto desciende la potencia del motor y su rendimiento económico.

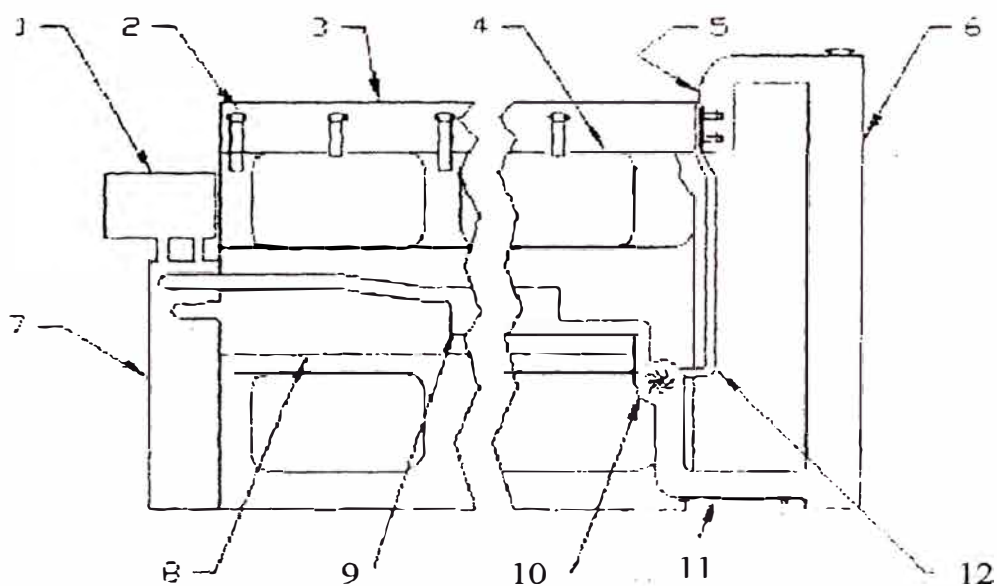


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

1. Enfriador de aire. 2. Codos. 3. Camisetas del múltiple de escape. 4. Culata. 5. Termostatos. 6. Intercambiador de calor (Radiador). 7. Caja de volante. 8. Block de cilindros. 9. Enfriador de aceite. 10. Bomba de agua. 11. Tubería de succión de bomba. 12. Línea de By-Pass

FIGURA N° 12

La bomba de agua (10) se encuentra instalada sobre la parte derecha del motor y en la parte posterior del alojamiento de los accesorios.

La tubería de ingreso (11) a la bomba de agua esta sujeta a la parte inferior del radiador. El líquido refrigerante (agua) va por una tubería al enfriador de aceite (9), luego sigue hasta el enfriador de aire (1) y posteriormente al block (8). El refrigerante entonces fluye a través del block y alrededor de las camisas y sube hasta las culatas (4). Desde las culatas a través de los codos (2) va a las camisas del múltiple de escape (3 Shields), desde allí fluye hasta los termostatos (5) en la parte delantera del motor.

Los termostatos controlan el flujo del refrigerante hacia el radiador. Cuando empieza a funcionar el motor todo el refrigerante esta frío y la mayor cantidad de agua pasa directamente desde los termostatos hacia la bomba, a medida que el agua se calienta los termostatos se abren poco a poco hasta abrirse completamente y así dejar pasar el agua al radiador que luego de enfriarse llega hasta la bomba.

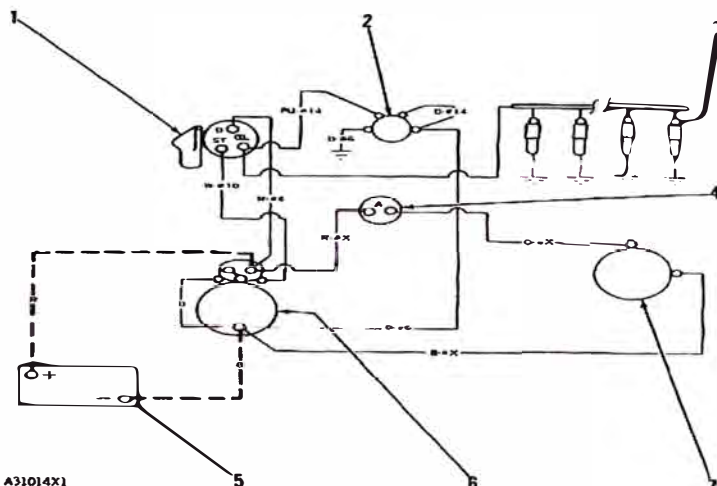
Existe una línea de By-Pass entre el ingreso a los termostatos y la succión de la bomba, en esta línea siempre existe flujo de agua, aunque los termostatos estén completamente abiertos.

2.3.5.- SISTEMA ELECTRICO

El sistema eléctrico puede tener tres circuitos separados, el circuito de carga, el circuito de arranque y el circuito de bajo amperaje.

Cuando el circuito está funcionando el amperaje del circuito es bajo. Alguno de los componentes del circuito eléctrico son usados en más de un circuito, cables y cableados de la batería están todos comúnmente en cada circuito. El circuito de carga funciona cuando el motor esta funcionando. Un alternador eléctrico es

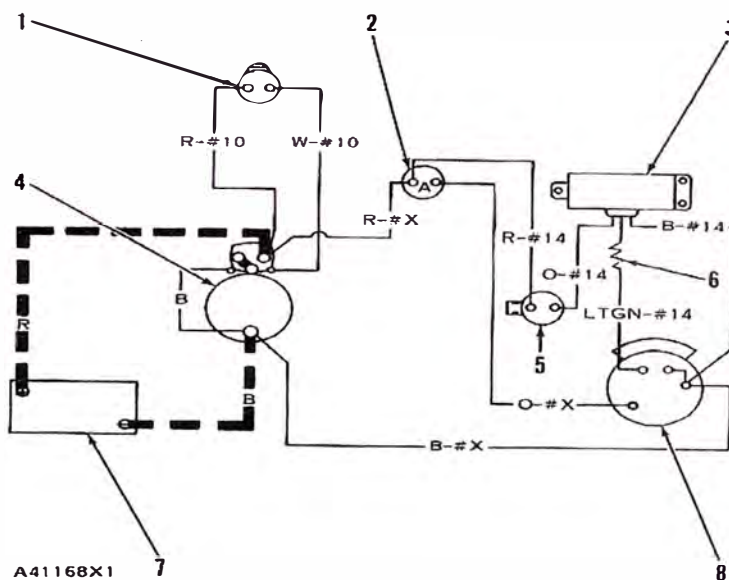
el que carga en el circuito, un regulador de voltaje controla la electricidad de salida en el circuito y hace que la batería este a plena carga.



SISTEMA DE CARGA CON REGULADOR DE VOLTAJE INCORPORADO AL ALTERNADOR CON MOTOR DE ARRANQUE Y PRECALENTADORES

1. Interruptor de arranque y precalentador, 2. Interruptor magnético, 3. Precalentadores, 4. Amperímetros, 5. Batería, 6. Motor de arranque, 7. Alternador

FIGURA N° 13



SISTEMA DE CARGA CON REGULADOR DE VOLTAJE SEPARADO DEL ALTERNADOR CON MOTOR DE ARRANQUE Y PRECALENTADORES

1. Interruptor de arranque y precalentador, 2. Interruptor magnético(dos), 3. Precalentadores, 4. Regulador, 5. Motor de arranque, 6. Amperímetro, 7. Interruptor de presión (N.O.) 8. Resistencia, 9. Batería, 10. Alternador

FIGURA N° 14

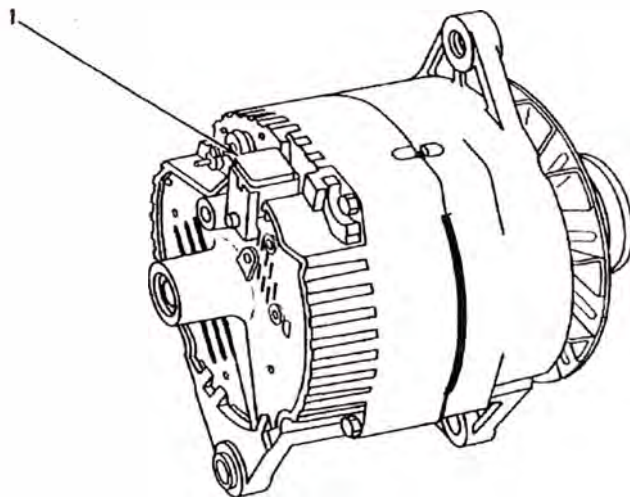
COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CARGA

El circuito de carga va estar en operación sólo cuando el interruptor de arranque es activado. El circuito de carga puede tener un precalentador para cada cilindro de un motor diesel. Los precalentadores son unidades que se ubican en la cámara de pre combustión. Los precalentadores hacen que el encendido de combustión de petróleo sea más fácil que cuando el motor quiere arrancar a baja temperatura.

El alternador

Es un componente monofásico comandado por poleas desde el cigüeñal por una faja en V. El alternador tiene un rotor que crea un campo magnético con el estator, esta fuerza se traduce en una corriente alterna a través de los diodos rectificadores cambia a corriente continua o directa.

La corriente del campo del alternador va a través de dos carbones la corriente del campo es de 2 a 3 amperios. Los diodos rectificadores envían la corriente del alternador a la batería para cargarla; pero no permite corriente de la batería al alternador.



**Alternador con Regulador de Voltaje Incorporado
1. Tornillo de Ajuste de Voltaje**

FIGURA N° 15

Regulador de voltaje

Es un interruptor transistorizado electrónico, tendrá vida corta si alcanza temperaturas promedio de 170°F en aire en movimiento ó 140°F, si no esta en aire en movimiento.

Si se siente electricidad en el sistema revise el interruptor de presión de aceite.

El regulador de voltaje tiene 2 circuitos básicos, el circuito de carga de batería y el circuito de control de voltaje.



**Regulador con ajuste fino de Voltaje
1. Tornillo de Ajuste de Voltaje**

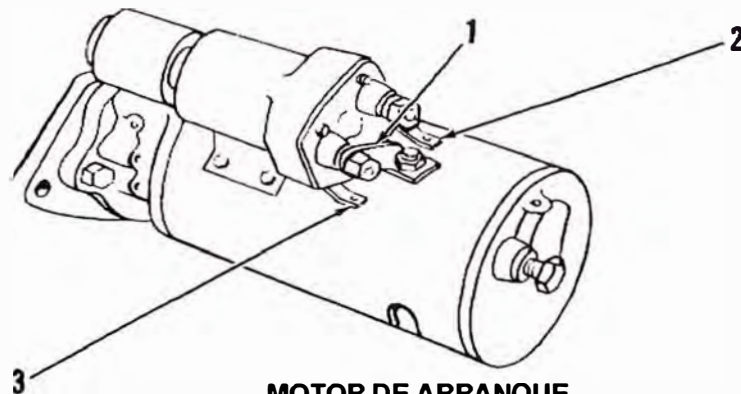
FIGURA N° 16

Motor de Arranque

El arrancador de Motor es usado para girar la volante del motor y conseguir hacer funcionar el motor.

El arrancador de Motor tiene un solenoide. Cuando el interruptor de arranque es activado, el solenoide actúa e impulsa un piñón del arranque que se

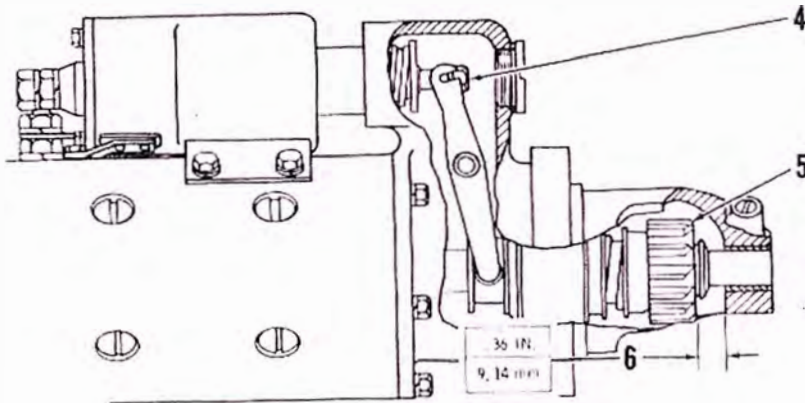
engancha con el aro dentado de la volante y lo hace girar. Cuando el interruptor de arranque es liberado el piñón retorna y deja de girar a la volante.



MOTOR DE ARRANQUE

1. Conector del motor al solenoide, 2. Terminal,
3. Terminal a Tierra.

FIGURA N° 17



AJUSTE DE LA LUZ DEL PIÑÓN

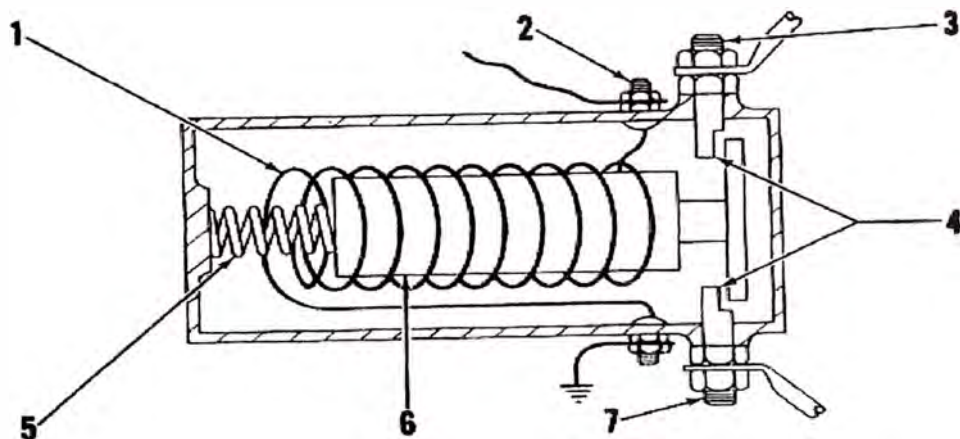
4. Tuerca del eje, 5. Piñón, 6. Luz del Piñón (0.36")

FIGURA N° 18

El solenoide

Es un interruptor magnético que utiliza baja corriente para cerrar y corriente alta en el circuito.

El solenoide tiene un núcleo que es actuado cuando se crea un campo electromagnético. Este núcleo hace pegar dos contactos y permite pasar la corriente positiva del circuito del Motor de arranque y gira el piñón que ya se activó a través del solenoide.



ESQUEMA DE UN SOLENOIDE

- 1. Espiras, 2. Terminal del interruptor, 3. Terminal de Batería, 4. Contactos, 5. Resorte, 6. Núcleo, 7. Terminal del componente**
FIGURA 19

Interruptor magnético (Relay)

Es usado muchas veces el solenoide de arranque ó el circuito de los precalentadores su función es conducir la carga de la corriente baja del interruptor de arranque y controlar la baja corriente en el solenoide de arranque ó alta corriente para los precalentadores.

Interruptor de presión de aceite

Es instalado en algunos sistemas para desconectar el regulador de voltaje y alternador de carga de la batería cuando el motor no esta funcionando.

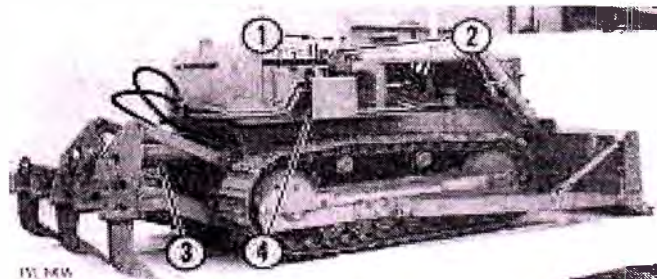
Proviene fallas en e alternador y regulador de voltaje a consecuencia de la batería.

2.3.6 SISTEMA HIDRÁULICO

SISTEMA DE OPERACIÓN DE LOS CONTROLES HIDRÁULICOS.-

Para el caso de un tractor Caterpillar modelo D6C-Serie 10K le corresponde un Control Hidráulico Modelo 163 - Serie 38G, 39G y 44G, el cual es usado para operar implementos hidráulicos como: la hoja topadora, el cilindro de inclinación, el escarificador. El tanque hidráulico esta ubicado en la máquina, detrás del tablero de instrumentos, contiene el filtro, una válvula de descarga, una o dos válvulas del mando (dependiendo del equipo en la máquina), una válvula de alivio de presión y válvulas de retorno.

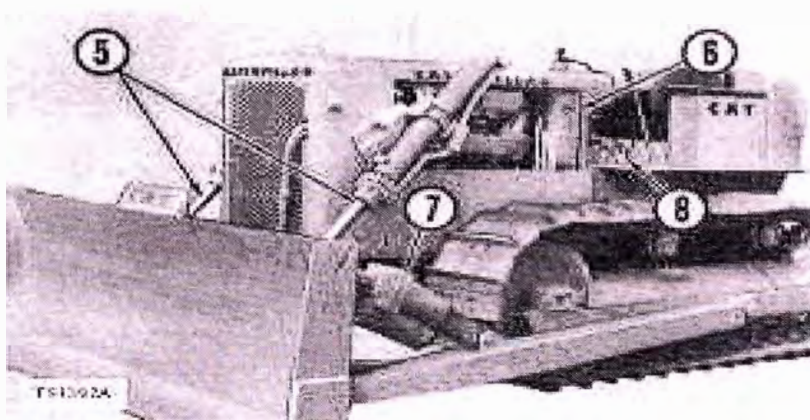
También tiene una válvula de mando externa, montado en la parte posterior costado derecho del tanque de combustible, que se utiliza para otro implemento como el escarificador.



1.- Palanca de mando de elevación de lampon 2.- Palanca de mando del escarificador 3.- Cilindro hidraulico del escarificador 4.- Valvula de control del escarificador

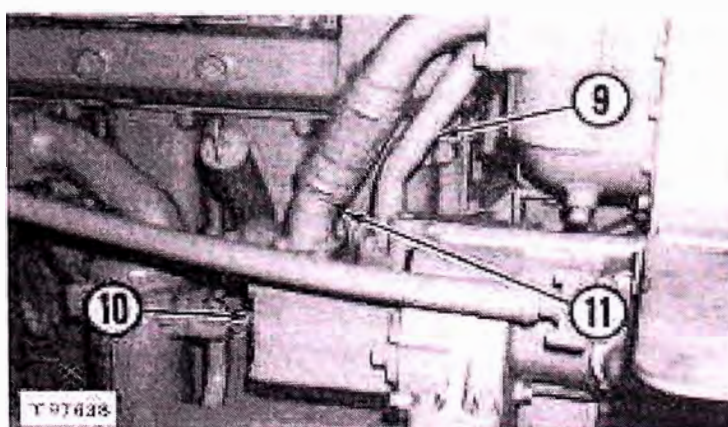
FIGURA N° 20

En el tanque hay una válvula de mando con un pistón de carrete que distribuye el flujo de aceite hidráulico y controla el cilindro de levante del implemento en cuatro posiciones, levante, abajo, calado y flotación. En el tanque hidráulico también hay otra válvula de carrete que controla el cilindro de inclinación en tres posiciones, inclina hacia la derecha, izquierda y calado en una posición del implemento.



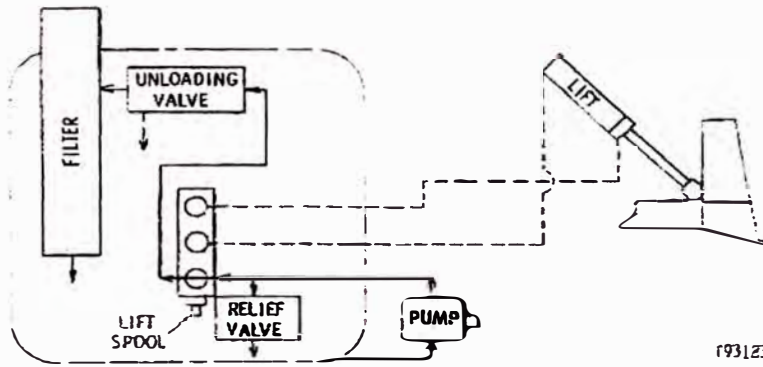
5.- Cilindro de levante 6.- Tanque de aceite hidráulico 7.- Cilindro de inclinación 8.- Pedales de control de inclinación

FIGURA N° 21



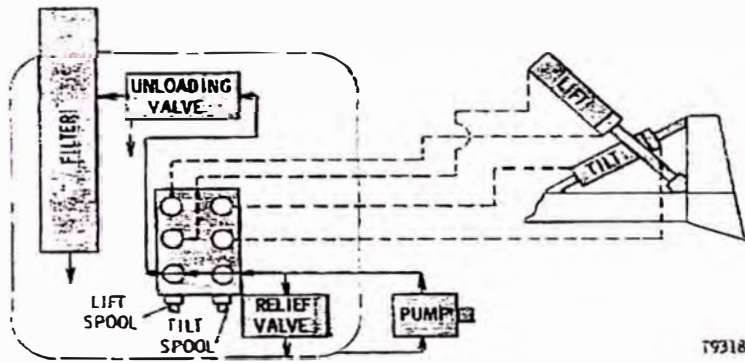
9.- Línea de salida de bomba 10.- Bomba 11.- Línea de entrada de bomba

FIGURA N° 22



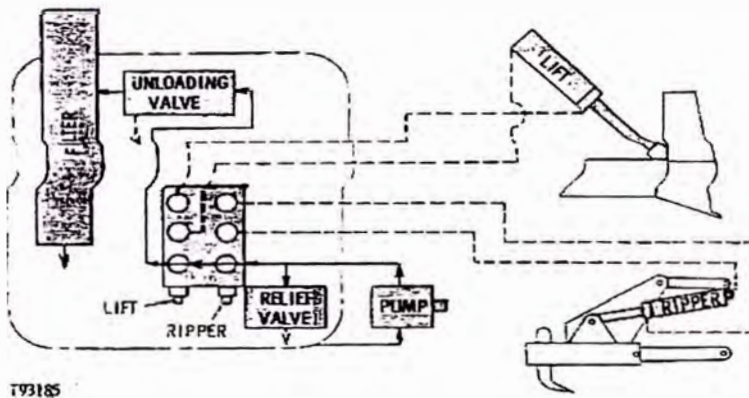
193123

FIGURA N° 23



193184

FIGURA N° 24



193185

FIGURA N° 25

Cuando la máquina esta provista con una válvula de doble carrete que controla la inclinación de levante del implemento de adelante, y una válvula externa que se utiliza para controlar el implemento posterior el escarificador y proporciona tres movimientos de levante, de profundidad y sostenimiento o calado.

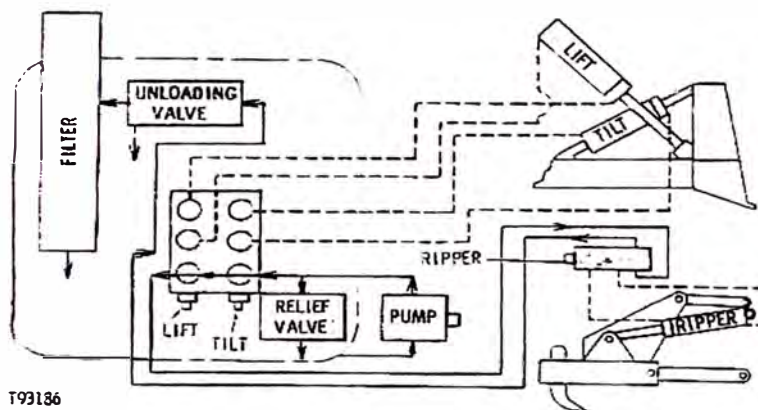


FIGURA N° 26

POSICIÓN DE CALADO – FUNCIONAMIENTO

La válvula de carrete es ubicado en la posición de calado por un resorte central y el aceite se aloja en la cabeza del pistón y en el vástago bloqueando el cilindro hidráulico.

El flujo de aceite circula a través del sistema hidráulico cuando la palanca de mando se ubica en la posición de calado, es como sigue:

Una sola sección de la bomba tipo vanes, suministra aceite para el sistema. La bomba hidráulica esta montada al lado izquierdo frente a la volante del motor y esta comandada por el piñón de la bomba de la transmisión.

El aceite de la bomba se dirige a la válvula de carrete y luego a la válvula de descarga y finalmente a través del filtro.

El aceite atraviesa el filtro y retorna el excedente del aceite al tanque. Si el elemento del filtro se obstruye ó el aceite se vuelve demasiado viscoso la presión de aceite abre una válvula de desviación localizada en el filtro y retorna el aceite al tanque.

La válvula de descarga también elimina excesiva presión de aceite que ocurre en el sistema hidráulico y retorna al tanque.

UNA VÁLVULA EN EL TANQUE.- FUNCIONAMIENTO

POSICIÓN DE LEVANTE DE LA HOJA TOPADORA O LAMPON

El circuito de levante del implemento lampón se controla por una palanca ubicada en el lado derecho del asiento del operador.

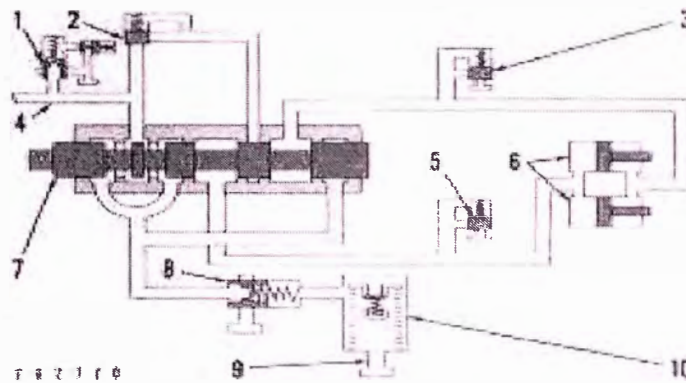
Cuando la palanca de mando se acerca al operador (posición arriba), la válvula de carrete de levante se mueve hacia el exterior. Se dirige el flujo de aceite de la bomba al circuito de levante a través de una válvula check. El resto del aceite pone mayor fuerza a través de la válvula de carrete al pistón por el lado del vástago y la válvula check previene el flujo de aceite inverso. El aceite en el extremo de la cabeza del pistón retorna a través del filtro al tanque.

Cuando la palanca de mando se aleja del operador (posición hacia abajo), la válvula carrete se mueve a través del cuerpo de la válvula. El flujo de aceite se invierte. El aceite presurizado se dirige hacia la cabeza del pistón. El aceite que se encuentra en el vástago retorna al tanque.

Cuando la palanca de mando se mueve a la posición de flotar (neutro), la válvula de carrete se mueve más allá del cuerpo de la válvula. Los extremos la cabeza y el vástago del pistón se quedan presurizados las cámaras y dentro del

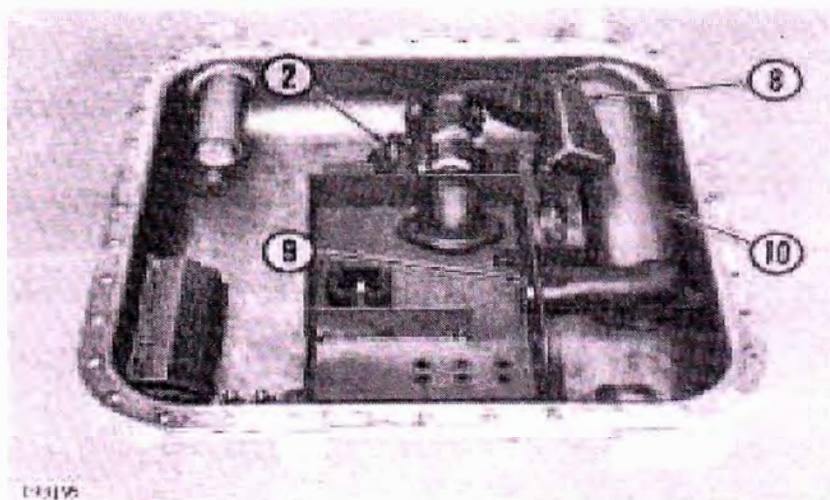
cuerpo de la válvula se encuentran abiertos ambos lados. En la posición de flotación (neutro) la válvula carrete es ayudado y se detiene dentro de la válvula.

Cada cilindro de levante tiene dos válvulas de alivio. Las válvulas de alivio son situadas por la presión del aceite. Las válvulas de alivio abren cuando el pistón ingresa al cilindro, ya sea cuando levante o baje. Esto permite que el aceite en el lado de presión del pistón retorne el aceite al tanque.



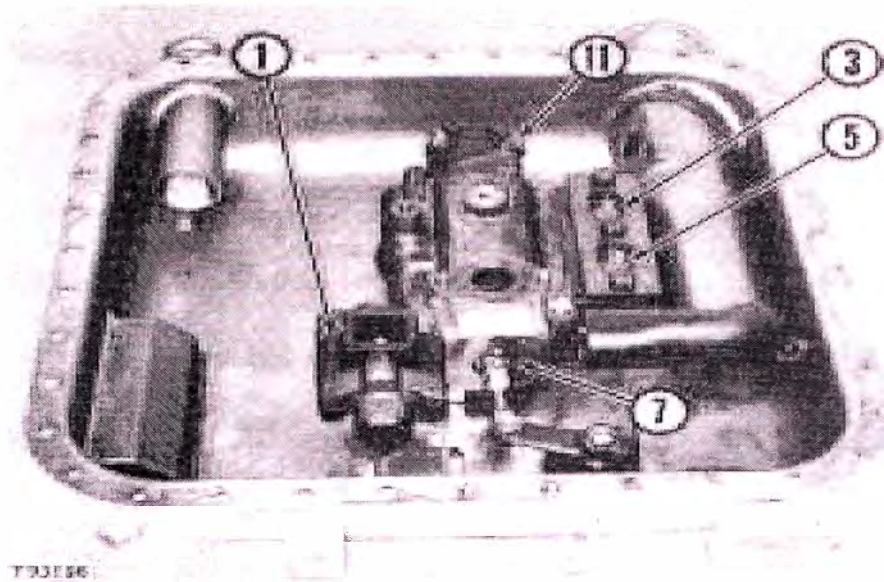
- 1.- Válvula de alivio 2.-Válvula check 3.-Válvula de accionamiento del circuito de levante(extremo de barras)
4.- Línea de salida de bomba 5.-Válvula de accionamiento del circuito de levante(extremo de cabezal) 6.-Cilindro de levante de hoja 7.-Válvula de control del circuito 8.- Válvula de descarga 9.-Filtro línea de salida 10.- Filtro de aceite

FIGURA N° 27



- 2.- Válvula Check 8.- Válvula de descarga 9.- Filtro de línea de salida 10.- Filtro

FIGURA N° 28



1.- Válvula de alivio 3.- Válvula de accionamiento de circuito de levante (extremos de barras) 5.- Válvula de accionamiento de circuito de levante (extremos decabezal) 7.- Válvula de control de circuito de levante 11.- Flotador (4)

FIGURA N° 29

VÁLVULAS DE RETORNO

En el circuito de levante la válvula de retorno se ubica en el cuerpo de la válvula de control. Las válvulas de retorno como su nombre lo dice permite suministrar aceite al tanque y complementar el flujo de la bomba cuando el vástago del cilindro hidráulico se extiende ó se retrae rápidamente la bomba puede proporcionar aceite a los cilindros.

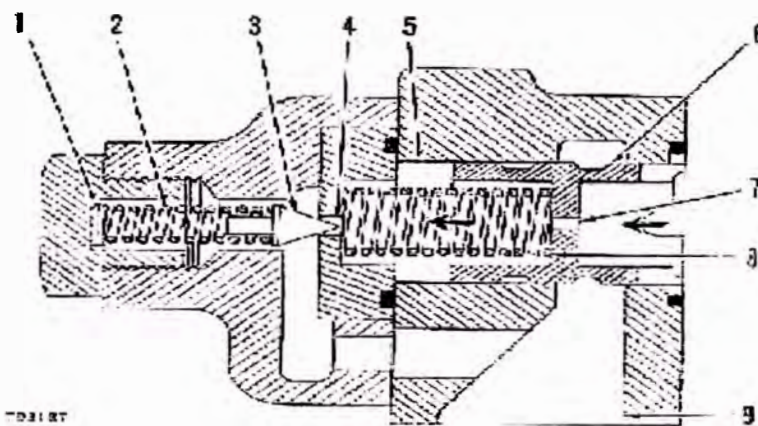
VÁLVULAS DE ALIVIO DE PRESIÓN EN EL IMPLEMENTO DE LEVANTE.- Funcionamiento

Las válvulas de alivio de presión están ubicadas en el cuerpo de la válvula de control. La válvula limita la presión que se puede mantener en la bomba hidráulica y protege la operación en el circuito de levante.

Esta válvula consiste de un resorte precargado y un pistón de descarga ó vertedero y un resorte cargado y un pistón piloto.

Cuando la presión del sistema se excede, la válvula de alivio de presión regulable se descarga por la presión del pistón piloto. Esto permite que el aceite fluya a través del orificio al tanque.

La presión del aceite fuerza el pistón de descarga y vence comprimiendo el resorte, permitiendo que el flujo de aceite de la bomba pase por el pistón de descarga y regrese al tanque.



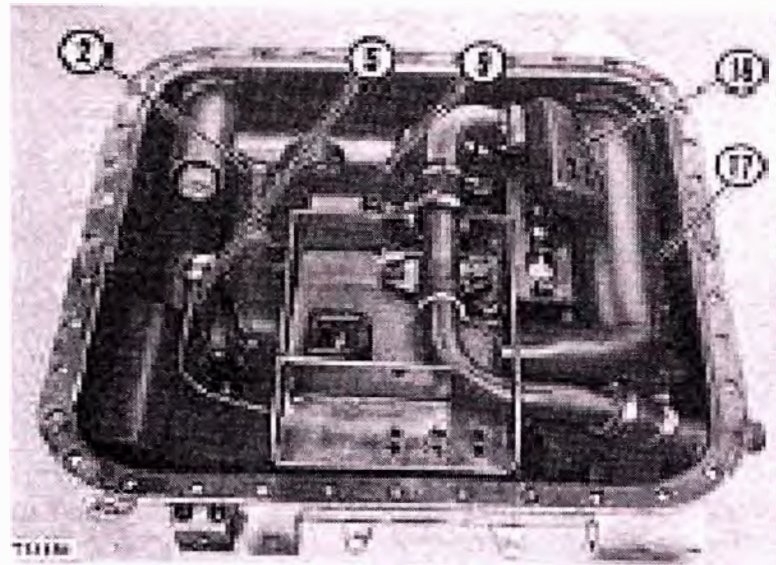
1.- Calza 2.-Resorte de valvula piloto 3.- Valvula piloto 4.- Orificio
5.- Camara 6.-Valvula de descarga 7.- Orificio 8.- Resorte de
valvula de descarga 9.- Agujero de retorno

FIGURA N° 30

Las láminas de regulación que se encuentran entre el tapón y resorte y pistón piloto, controlan la fuerza del resorte del pistón piloto agregando ó retirando regulan la descarga en la válvula de alivio.

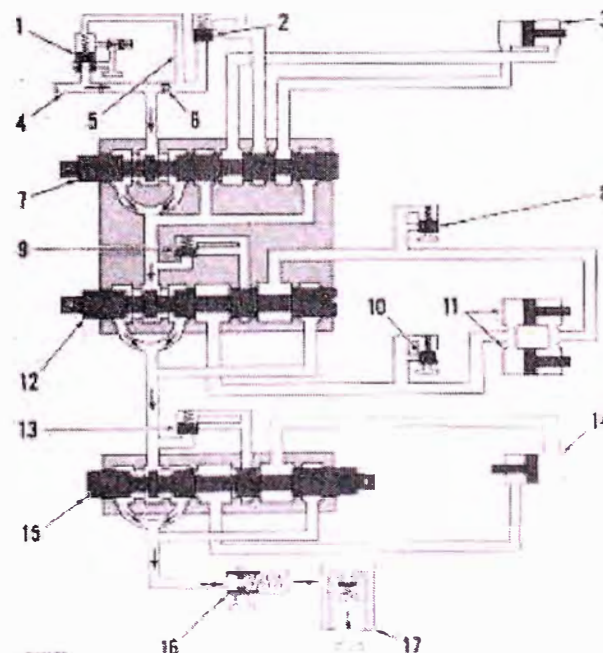
VÁLVULA DOBLE EN EL TANQUE Y VÁLVULA DOBLE EN EL TANQUE CON VÁLVULA DE CONTROL EXTERNO.- Funcionamiento

El circuito de levante de la hoja es el mismo que el descrito al de la válvula en el tanque.



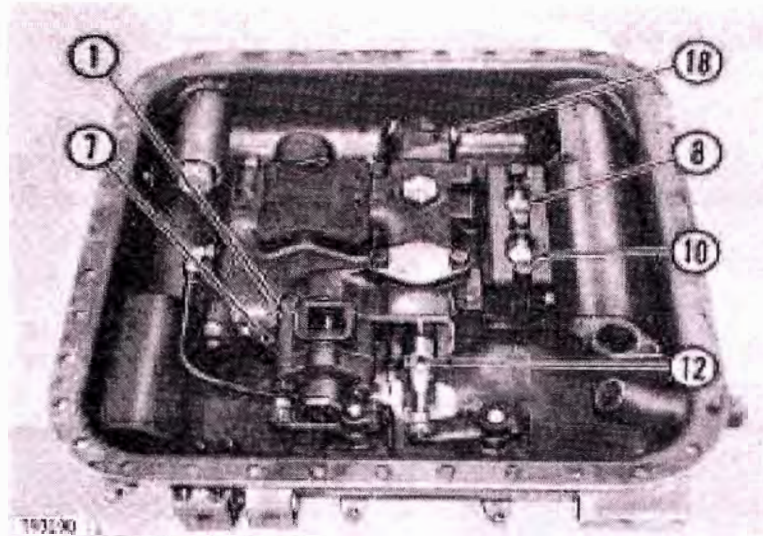
This view illustrates the tank components. Identified are: 2-Tilt circuit check valve. 5-Vent line. 9-Lift circuit check valve. 16-Unloading valve. 17-Oil filter.

FIGURA N° 31



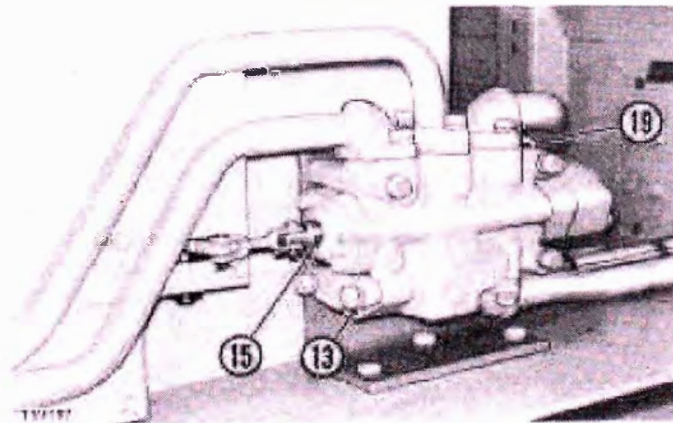
1.-Valvula de presión de alivio 2.- Valvula check 3.-Cilindro de inclinación 4.-Bomba de salida
5.- Línea de venteo 6.-Tapon de orificio 7.-Eje de valvula de control 8.- Valvula de circuito de levante
9.- Valvula check 10.-Valvula de circuito de levante 12.-Eje de valvula de control 13.- Valvula check
circuito escarificador 14.- Cilindro escarificador 15.- Eje de valvula de control 16.- Valvula de
descarga 17.- Filtro de aceite.

FIGURA N° 32



1.- Valvula de alivio 7.- Eje de valvula de control de inclinacion 8.- Valvula de circuito de levante 10.- Valvula de circuito de levante- cabezales 12.- Valvula de control de levante 18.- 04 flotadores de cierre

FIGURA N° 33



This is a view of the ripper external control valve. The components identified are: 13-Ripper circuit check valve. 15-Ripper circuit control valve spool. 19-Drain line.

FIGURA N° 34

POSICION DE INCLINACION DE LA HOJA.-

El circuito de inclinación de la hoja se controla por dos pedales ubicados en el lado izquierdo de la máquina. Presionando el pedal izquierdo baja el lado

izquierdo de la hoja. Presionando el pedal derecho baja el lado derecho de la hoja.

Cuando el pedal derecho actúa la válvula de carrete de control izquierdo se mueve hacia fuera del cuerpo de la válvula de control.

El aceite se dirige al circuito de inclinación por donde se ubica una válvula check. El exceso de aceite se queda atrapado hasta que la presión de aceite se hace mayor que la presión de aceite de la válvula carrete debido a la presión que se ejerce en la cabeza del pistón del cilindro venciendo la fuerza del resorte de la válvula check y el aceite retorna al tanque. De esta manera la válvula check previene el flujo de aceite inverso. La presión de aceite vence la válvula check y el aceite se dirige a la cabeza del pistón del cilindro derecho y la hoja se inclina al lado derecho el aceite que se encuentra en el vástago que es forzado a través de la válvula de mando y retorna al tanque.

Cuando el pedal izquierdo se acciona la válvula carrete se mueve en la dirección opuesta y el flujo de aceite se invierte y el flujo de aceite se llena en el lado del vástago del cilindro. El aceite en la cabeza del pistón a través de la válvula de mando retorna al tanque.

Referente a la válvula de alivio de presión se muestra como funciona y se divide el flujo cuando el circuito de inclinación se esta accionando.

EL CIRCUITO DEL ESCARIFICADOR.

Dependiendo del equipamiento de la máquina el esscarificador es controlado por uno ú otro conjunto de válvula externo o interno dentro del tanque.

VALVULA DE CONTROL INTERNO

La estructura de una válvula de control interno es igual que la utilizada en el circuito de inclinación con la diferencia que en la válvula de control interno utiliza un orificio simple con tapón y el otro utiliza un tapón en la línea de flujo.

Cuando la palanca de control del escarificador se mueve hacia el lado del operador (Posición LEVANTAR), el eje de la válvula del escarificador se mueve fuera del cuerpo de la válvula de control. El flujo de la bomba es dirigido hacia la válvula check del circuito del escarificador. La válvula check permanecerá sellada hasta que la presión de aceite sea mayor que la fuerza combinada de la presión de aceite en el extremo de la barra del cilindro y la fuerza del resorte de retorno de la válvula check.

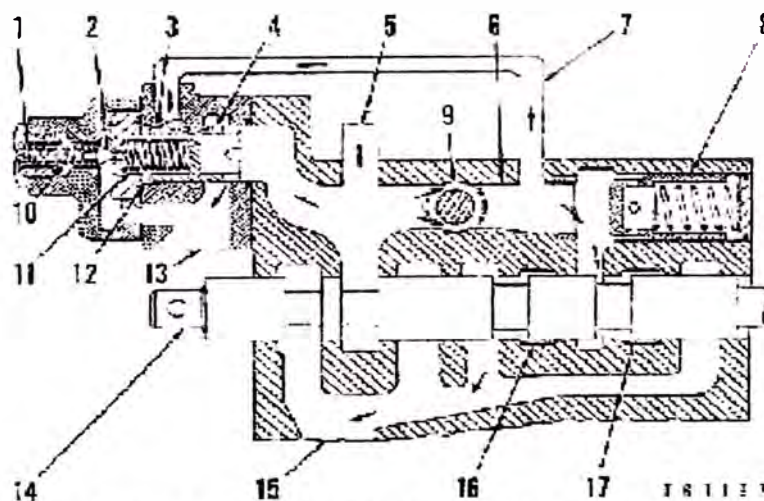
En esta forma la válvula check previene el retorno del flujo de aceite resulte impulsando este al cilindro. La presión de aceite desasienta la válvula check y el flujo de la bomba es dirigido al extremo de la barra del cilindro escarificador, accionándolo. El aceite en el extremo superior del cilindro pasa a través del filtro y retorna al tanque. Cuando la palanca de control es movida lejos del operador (posición INFERIOR), el eje de la válvula es movido dentro del cuerpo de la válvula. El flujo de aceite es retornado. La presión de aceite es dirigida al extremo superior del cilindro. El aceite en el extremo superior de la barra es regresado al tanque.

VÁLVULA DE CONTROL EXTERNO

Cuando la palanca de control del rasgador es movida cerca al operador (posición LEVANTAR), el eje de la válvula del escarificador se mueve dentro del cuerpo de la válvula de control. La presión de aceite abre la válvula check y la presión de aceite es dirigida al extremo de la barra del cilindro. El aceite en el extremo superior del cilindro pasa a través del filtro y retorna al tanque.

En la posición INFERIOR, el flujo de aceite retorna. Cualquier aceite que fugue por el eje de la válvula retorna por la línea de drenado.

VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN EN LOS IMPLEMENTOS DE INCLINACIÓN Y ESCARIFICADOR.- Funcionamiento



- 1.- Calzas 2.- Válvula piloto 3.- Orificio 4.- Válvula de descarga
 5.- Bomba de línea 6.- Cámara 7.- Línea de venteo 8.- Válvula check
 9.- Tapon de orificio 10.- Resorte de válvula piloto
 11.- Resorte de válvula de descarga 12.- Cámara 13.- Agujero de retorno
 14.- Eje de válvula de inclinación 15.- Eje de válv. de control de levante
 16.- Agujero de cilindro de inclinación 17.- Agujero de cilindro de inclinación

FIGURA N° 36

La válvula de alivio de presión se encuentra ubicada en el cuerpo de la válvula de mando. La válvula de alivio limita la presión que puede fijarse en la bomba hidráulica. También protege todos los circuitos cuando se encuentran en funcionamiento. Esta válvula consiste en un resorte cargado ó presionado y un pistón tipo aguja, también una válvula piloto, un resorte y un pistón.

Cuando la máquina equipada con un cilindro de inclinación y una válvula de alivio en combinación con el orificio tapado sirve para dividir el flujo de aceite.

Cuando la válvula de mando de inclinación es usada con la válvula de mando del escarificador el tapón del orificio se elimina y la válvula solo sirve como una válvula de alivio.

FLUJO DIVIDIDO.- Funcionamiento

Cuando la válvula carrete del circuito de inclinación se mueve a una posición de funcionamiento; el flujo de aceite del circuito de inclinación esta restringido por el tapón del orificio, causando una caída de presión en la cámara (6).

La caída de presión es censada en la cámara (12). Al aumentar la presión acciona la válvula de descarga que se encuentra comprimida por el resorte de la válvula de descarga (11) permite parte del flujo de la bomba retorne al tanque como se ilustra.

VÁLVULA DE ALIVIO.- FUNCIONAMIENTO

Si la presión del sistema excede al ajuste de la válvula de alivio, la presión en la cámara (6) y en la cámara (12) se incrementan aproximadamente y la presión acciona otra vez la válvula de descarga. La presión despega del asiento la

válvula piloto (2), permitiendo escapar el aceite en la cámara (12) ocasionando una caída de presión en la cámara (12). La presión del aceite vence la válvula piloto comprimiendo el resorte (11), permitiendo que el flujo de aceite de la bomba retorne al tanque.

Las laines, entre el tapón y el resorte de la válvula piloto controlan la fuerza en el resorte de la válvula piloto. Agregando o removiendo ajustan la presión adecuada en la válvula de alivio.

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE LOS CONTROLES HIDRÁULICOS

Al analizar el sistema hidráulico recuerde al adecuado flujo de aceite y la correcta presión de aceite son necesarios para un funcionamiento apropiado. El flujo de aceite depende del buen rendimiento de la bomba que esta en función a la velocidad de la máquina. La presión del aceite es el resultado de la restricción al flujo de aceite.

Esquemáticamente se comprueba el sistema hidráulico siguiendo tres pasos:

1. Inspección visual
2. Prueba de funcionamiento
3. Prueba de la presión

Se puede hacer pruebas en el sistema hidráulico con el equipo de comprobación hidráulica N° 5S 5123.

Se debe seguir los pasos que se recomienda la inspección visual primero luego proceda a las pruebas de funcionamiento y finalmente las pruebas con instrumentos.

El análisis de funcionamiento defectuoso puede ser más fácil y las conclusiones más precisas siguiendo los pasos que se recomiendan.

Cuando la máquina esta implementada con hoja topadora y escarificador los circuitos se instalan en serie.

La bomba hidráulica y la válvula de alivio son comunes en todo circuito. Cada circuito tiene una válvula de cierre para prevenir la desviación del cilindro durante el movimiento de la válvula de carrete. El circuito de levante tiene las válvulas de reemplazo para complementar el flujo de aceite de la bomba.

ADVERTENCIA:

Cuando se va a realizar pruebas hidráulicas, trasladar la máquina fuera de la zona de trabajo y de personas, deben estar sólo las personas necesarias frente a la máquina.

INSPECCIÓN VISUAL

La inspección visual en el sistema hidráulico es el primer paso para localizar la falla. Realice las inspecciones con la máquina parada y todos los implementos en tierra.

1. Revise el nivel de aceite. Descompresione, el sistema hidráulico, removiendo un seguro por la tapa de llenado de aceite va permitir que sangre antes de retirar la tapa.
2. Remueva el filtro y verifique si el material se encuentra en buen estado. Con un imán se puede separar partículas de metal y de los no metales (como sellos, empaquetadura, etc.).
3. Revise todas las líneas y conexiones por daños y/o fugas.
4. Revise todas las líneas y todos los cilindros hidráulicos por daños y/o fugas externas.

5. Revise todas las varillajes de mando si se encuentran doblados y otros componentes por daños y/o rotos.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La prueba de funcionamiento en el sistema es útil para encontrar posibles fugas internas de aceite, válvulas defectuosas ó la bomba defectuosa. Respecto a las pruebas de funcionamiento para encontrar la falla y sus posibles causas.

LISTADO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.-

I. Ruido extraño en la bomba, movimiento fuera de control del cilindro hidráulico y/o excesiva espuma en el aceite.

Posible causa.

1. Aire en el sistema:

- Fuga de aire en el lado de entrada de la bomba.
- Desgaste de la bomba.
- Viscosidad incorrecta del aceite.
- Baja presión en la válvula de alivio.

II. Recalentamiento

Posible causa

1. Viscosidad incorrecta del aceite.
2. Exceso de carga en el sistema.
3. Desgaste de la bomba.
4. Obstrucción en la línea.
5. Mal ajuste de la presión en la válvula de alivio.

III. La bomba no suministra suficiente aceite

Posible causa

1. Bajo nivel de aceite.
2. Viscosidad del aceite demasiado alto.
3. Mal ensamblado de la bomba.
4. Desgaste de la bomba.

IV. Baja presión de aceite

Posible causa

1. Mal ajuste de la presión en la válvula de alivio.
2. Paletas pegadas en el rotor de la bomba.
3. Fallas en la válvula de mando.
4. Fallas de los O-rings-sellos en el circuito.
5. Mal ensamblado de la bomba.

V. Movimiento lento del cilindro

Posible causa

1. Bajo rendimiento de la bomba
 - Desgaste de la bomba
 - Mal ensamblado de la bomba
2. Baja presión en el ajuste de la válvula de alivio.
3. Fallas en los sellos del pistón del cilindro hidráulico.
4. Fallas de los O-ring-sellos en el circuito.

VI. Excesivo resbalamiento en el cilindro de levante

Posible causa

1. Desgaste en los sellos del pistón.
2. Desgaste en la válvula carrete.
3. En el circuito de levante no asienta la válvula de descarga que es reemplazable.
4. Falla de los O-ring y sellos en el circuito.
5. Desgaste de válvulas en el pistón del cilindro de levante.

VII. Excesivo resbalamiento en el cilindro de inclinación Posible causa

1. Desgaste en los sellos del pistón.
2. Desgaste en las válvulas corriente.
3. Falla de los O-ring y sellos en el circuito.

VIII. Excesivo resbalamiento en el cilindro del escarificador

Posible causa

1. Desgaste en los sellos del pistón.
2. Desgaste en los carretes.
3. Falla de los O-ring y sellos en el circuito.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

LA BOMBA: Revisar el ajuste de presión de la válvula de alivio esta revisión se realiza con la máquina funcionando con velocidad mínima en vacío en posición de reposo, si se obtiene la presión en estas condiciones significa que la bomba esta entregando el flujo de aceite suficiente. Si la máquina esta equipada con implementos de inclinación ó escarificador, la prueba se puede hacer también en uno de los

circuitos. Si la presión no puede obtenerse en los circuitos, la bomba ó válvula de alivio, es probable que se presente una falla.

| Bomba Hidráulica Modelo GJ7400 - 730607 | |
|--|-------------------------------------|
| Tipo: Paletas | Especificaciones |
| ROTACIÓN (visto frente al piñón de mando) | Contra el reloj |
| CAPACIDAD en aceite SAE-10w | 55 gln USA (208 lit / min) |
| VELOCIDAD | 2000 rpm |
| PRESIÓN que desarrolla | 1000 psi (70.3 kg/cm ²) |

CUADRO N° 37

Prueba de Resbalamiento en el circuito de levante

Prueba N° 1.- Levante de la tierra el frontal de la máquina bajando la hoja topadora a nivel. Ubique la palanca de mando a la posición de sostenimiento. Apague la máquina y observe si los vástagos de los cilindros se contraen.

Prueba N° 2.- Levante de la tierra el frontal de la máquina bajando la hoja topadora a nivel. Apague la máquina. Con la palanca de mando en la posición de sostenimiento intente bajarlo y observe si los vástagos de los cilindros de levante se contraen.

Prueba N° 3.- Levante la hoja topadora del nivel de la tierra. Ubique la palanca de mando en la posición de sostenimiento. Apague la máquina y observe si los vástagos de los cilindros se extienden.

Prueba N° 4.- Levante la hoja topadora del nivel de la tierra. Apague la maquina. Ubique la palanca de mando en la posición de levante, observe si los vástagos de los cilindros se extienden.

| Resultados de la prueba | Causas probables |
|--|--|
| Ocurre resbalamiento solo en la Prueba N° 1 | 1. La válvula de compensación del circuito de levante (el pistón al extremo) tiene fugas. |
| Ocurre resbalamiento solo en la Prueba N° 3 | 1. La Válvula de compensación del circuito de levante (el pistón al extremo) tiene fugas. |
| Ocurre resbalamiento solo en las Pruebas N° 1 y 3 | 1. Fugas entre el pistón y el cilindro. El pistón se encuentra mal con respecto al, cilindro de la válvula. 2. Fugas en la válvula de control del circuito de levante entre la válvula carrete y el cuerpo. |
| Ocurre resbalamiento en la Prueba N° 2 Y 4 | 1. Fuga en la válvula de check del circuito de levante (fugas entre la válvula y el asiento y/o el asiento y el cuerpo. |
| Nota: Recuerde que las fallas por el sello de los O-rings en el circuito podrían tener el mismo efecto hasta en los componentes mayores. | |

CUADRO N° 38

PRUEBA DE RESBALAMIENTO EN EL CIRCUITO DE INCLINACIÓN

Prueba N° 1 Ubique la hoja topadora en el piso. Levante el frontal de la máquina con respecto al piso e ir bajando el lado derecho de la hoja del circuito de inclinación. Ubique el circuito de inclinación en la posición de sostenimiento. Apague la máquina y observe si el vástago del cilindro de inclinación se contrae.

Prueba N° 2.- Ubique la hoja en el piso. Levante el frontal de la máquina de la tierra e ir bajando el lado derecho de la hoja del circuito de inclinación. Apague la

máquina. Suelte el pedal del circuito de inclinación lado derecho. Observe si el vástago del cilindro de inclinación se contrae.

Prueba N° 3.- Ubique la hoja en el piso. Levante el frontal de la máquina con respecto al piso e ir bajando el lado izquierdo de la hoja del circuito de inclinación. Ubique el circuito de inclinación en la posición de sostenimiento. Apague la máquina y observe si el vástago del cilindro de inclinación se extiende.

Prueba N° 4.- Ubique la hoja en el piso. Levante el frontal de la máquina con respecto al piso e ir bajando el lado derecho de la hoja del circuito de inclinación. Apague la máquina suelte el pedal del circuito de inclinación del lado derecho. Observe si el vástago del cilindro de inclinación se extiende.

| Resultados de la prueba | Causas probables |
|--|---|
| Ocurre resbalamiento solo en la pruebas N° 1 y 3 | 1. Fugas entre el pistón y el cilindro. 2. Fugas entre la válvula carrete del circuito de inclinación y el cuerpo. |
| Ocurre resbalamiento solo en las pruebas N° 2 y 4 | 1. Fugas en la válvula check del circuito de inclinación. (Fugas entre los asientos de las válvulas y/o asientos del cuerpo). |
| Nota: Recuerde que las fallas por el sello de los O-rings en el circuito podrían tener el mismo efecto hasta en los componentes mayores. | |

CUADRO N°39

PRUEBA DE LA PRESIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO

La presión de la válvula de alivio puede probarse en la máquina con el equipo de pruebas hidráulicas N° 5S5123 ó en un Banco de pruebas hidráulicas. El aceite debe encontrarse a una temperatura de operación normal.

La presión de apertura en la válvula de alivio debe verificarse varias veces. El tanque ó la válvula de mando no deben perturbarse cuando se revisa los datos de presión.

Nota.- Utilice siempre equipos de alta presión cuando excede a 1875 psi (131.8 kg/cm²).

Antes de instalar el equipo de pruebas de presión, ubique que los implementos hoja topadora y escarificador a nivel del piso con la máquina apagada, mueva todas las palancas de mando hidráulico en todas las posiciones. Reponer las palancas de mando hidráulico a la posición de sostenimiento. Si la máquina esta equipada con escarificador ó circuito de inclinación puede verificarse la válvula de alivio en uno u otro circuito utilizando correctamente el plato medidor de presión. Para este caso la tapa (1) no es usado, simplemente en el fondo del pistón en el cilindro se obtiene la presión de la válvula de alivio donde hay un punto de toma.

El siguiente procedimiento describe la prueba de la presión en la válvula de alivio cuando la máquina esta equipada solamente con el circuito de levante.

La tapa (1) si es utilizada para bloquear el aceite en el extremo del pistón del cilindro. La válvula de alivio no puede ser revisado introduciendo el pistón en el cilindro.

El pistón tiene válvulas que abren la presión de aceite para el tanque cuando el pistón es introducido en una y otra dirección.



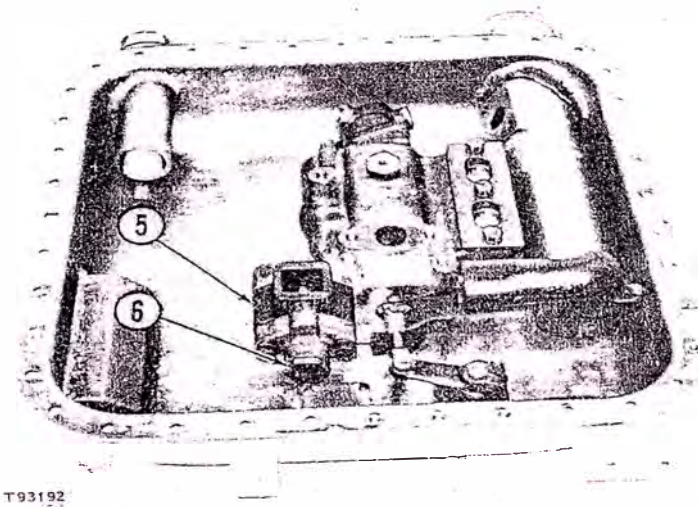
1.- 5H4020 Sello O'Ring y cubierta 2.- Equipo de prueba: 5S4648
Ensamble de manguera, bushing, valvula y manometro (0-4000
psi) 3.- Línea de extremo de barra 4.- Línea de extremo de
cabezal

FIGURA N°40

Desconecte las líneas (3) y (4). Instale la tapa (1) en la línea del pistón. Instale el Equipo probador N° 2 en la línea de vástago. Ajuste los pernos firmemente.

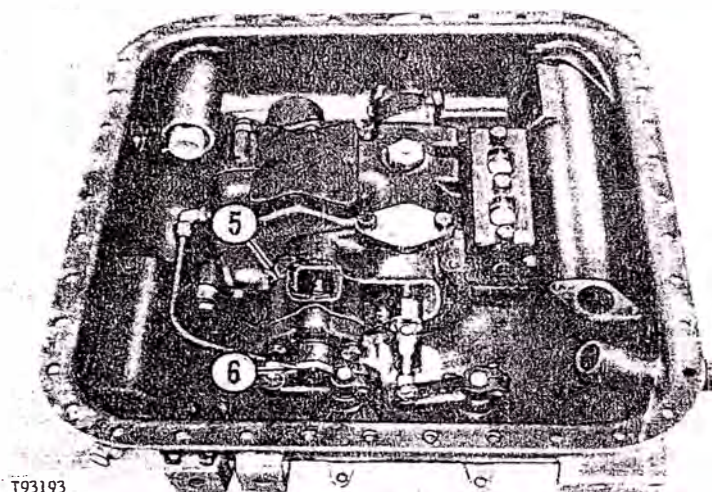
Encienda la máquina tire la palanca de mando de levante lentamente y eleve la hoja. Mantener la palanca de mando en posición de levante e incremente la velocidad de la máquina en alta RPM en vacío.

La lectura de la presión debe ser 1850 ± 25 psi (130.0 ± 1.70 kg/cm²) si la presión no esta dentro de este rango, pare la máquina, remueva el tanque y retire la tapa del tanque.



5.- Valvula de alivio 6.- Tapon

FIGURA N°41



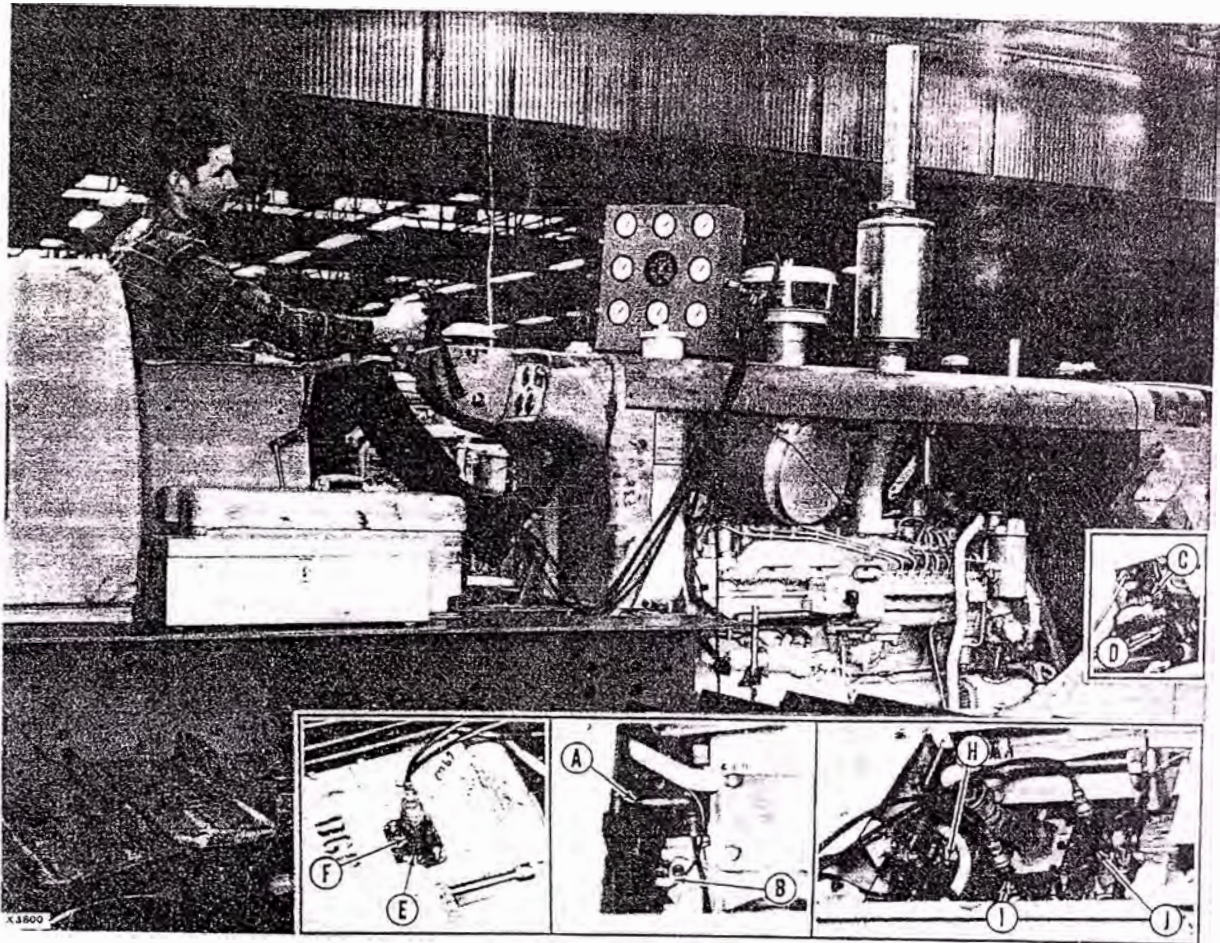
Este es un tanque de doble valvula
5.- Valvula de alivio 6.- Tapon

FIGURA N° 42

Retire el tapón (6). Agregue o retire unas pequeñas laines hasta obtener la presión recomendada de fábrica. Agregue laines para incrementar la presión; retire laines para disminuir la presión instale las laines más gruesas que se tiene contra el resorte de la válvula piloto. Apriete el tapón (6) a 80 lb-pie (11.1 mkg).

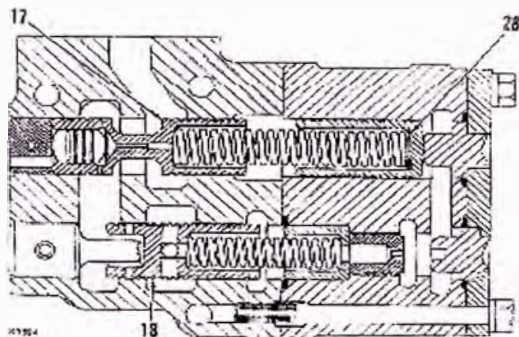
| CAMBIO DE PRESIONES REMOVIENDO O AGREGANDO DE UNA EN UNA LAINAS N° 357473 | | |
|--|--------------------------|-----------------------------------|
| Válvula N° | Espesor de Laines | Cambios en PSI |
| 455486 | 0.005" in (0.13 mm) | 24 psi (1.69 kg/cm ²) |
| 451129 | 0.005" in (0.13 mm) | 24 psi (1.69 kg/cm ²) |

CUADRO N°43



A.- Tapa de presión de aceite de salida de convertidor de torque B.-Tapa de presión de aceite de lubricación C.-Tapa de presión de aceite de entrada de convertidor de torque D.-Tapa de presión de aceite de transmisión E.- Tapa de presión de aceite de embrague de velocidad F.- Tapa de presión de aceite de embrague direccional H.-Tapa de presión de aceite de embrague de dirección derecho I.-Tapa de presión de aceite de bomba de transmisión J.- Tapa de presión de embrague de dirección izquierdo

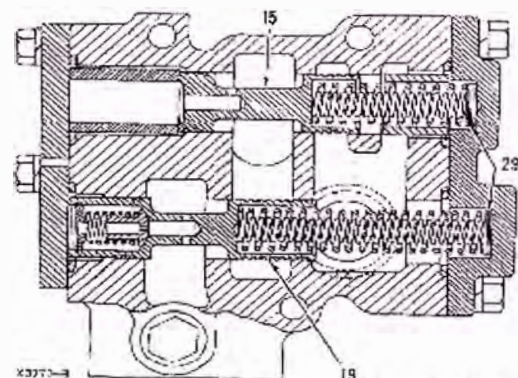
FIGURA N° 49



VALVULA DE CONTROL DE PRESION

17.- Eje de valvula reductora de modulación
18.- Eje de valvula de presión diferencial
28.- Espaciadores

FIGURA N° 50



VALVULA DE ALIVIO DE SECUENCIA

15.- Eje de valvula de alivio de convertidor
19.- Eje de valvula de alivio de presión
29.- Espaciadores

FIGURA N° 51

CUADRO DE LOCALIZACION DE PRESIONES

| Presión | Localización | Valor | Ajuste |
|---|--------------|---|--|
| Bomba de aceite hidráulico (la máquina en la velocidad alta en vacío y el selector de la transmisión en neutro). | G | 310 ± 10 psi (21.8 ± 0.7 kg/cm ²) | Estabilizar el ajuste inicial de la válvula de alivio. |
| Embrague de dirección (la máquina en velocidad baja en vacío y el embrague enganchado). | F | Ajuste inicial 40 ± 3 psi (2.8 ± 0.2 kg/cm ²) con la válvula check bloqueado usando el eje bronce a través | Agregué o remueva los espaciadores reduciendo la presión de modulación de la válvula (17). Vea la tabla de espaciadores. |
| Embrague de velocidad (la máquina en velocidad alta en vacío y el embrague enganchado). | E | 310 ± 10 psi (21.8 ± 0.7 kg/cm ²) | Estabilizar el ajuste inicial de la válvula de alivio. |
| Embrague de dirección (la máquina en velocidad alta en vacío y el embrague enganchado). | F | 55 ± 5 psi (3.9 ± 0.4 kg / cm ²) menor que la lectura de presión en el embrague de velocidad. | Ninguna |
| Válvula de alivio de la transmisión de lubricación (la máquina en velocidad alta en vacío). | B | 9 ± 3 psi (0.6 ± 0.2 kg/cm ²) 1/2 – 5 psi (0.04 ± 0.4 kg/cm ²) en velocidad baja en vacío. | Ninguna |
| Válvula de alivio a la salida del convertidor de torque (con el convertidor calado). | A | 42 ± 5 psi (3.0 ± 0.4 kg/ cm ²) | Agregue ó remueva espaciadores de la válvula de alivio a la salida del convertidor de torque(3). Vea la tabla de espaciadores. |
| Secuencia de la Válvula de Alivio Válvula de alivio del sistema hidráulico (la máquina con velocidad alta en vacío). | D | 310 ± 10 psi (21.8 ± 0.7 kg/cm ²) | Agregue o renueva espaciadores en la válvula de alivio (19) Vea la tabla de espaciadores. |
| Válvula de alivio a la entrada del convertidor de torque (es solamente para pruebas y ajustes). | C | La presión no debe exceder de 135 ± 5 psi (9.5 ± 0.4 kg/cm ²) con el aceite en frío, | Agregue ó renueva espaciadores de la válvula de alivio a la entrada del convertidor de torque (15) Vea la tabla de espaciadores. |

CUADRO N° 52

TABLA DE ESPACIADORES

| Espaciadores N° | Espesor | | Ubicación | Cambios | |
|--------------------|----------|------|--|---------|--------------------|
| | Pulgadas | mm | Ubicación | psi | Kg/cm ² |
| 5 M 7915 (28) | .036 | 0.91 | Presión de modulación de la válvula de alivio (17). | 11 | 0.77 |
| 5 M 7914 | .010 | 0.25 | | 3 | 0.21 |
| 4M 1751 (30) | 0.16 | 0.41 | Válvula de alivio a la salida del convertidor de torque (3) | 2.7 | 0.19 |
| 4M 1750 | 0.36 | 0.91 | | 6.0 | 0.42 |
| 5M 9622 | .062 | 1.57 | Presión de la válvula de alivio (19) | 22 | 1.55 |
| 5M9623(29) | .036 | 0.91 | | 13 | 0.91 |
| 5M9624 | .010 | 0.25 | | 3.5 | 0.25 |
| 5M3492(29) | .010 | 0.25 | Válvula de alivio a la entrada del convertidor de torque (15) | 1.3 | 0.09 |
| 7M1397 | .036 | 0.91 | | 4.7 | 0.33 |

CUADRO N° 53

PRUEBA DEL CONTROL DE EMBRAGUE DE DIRECCIÓN

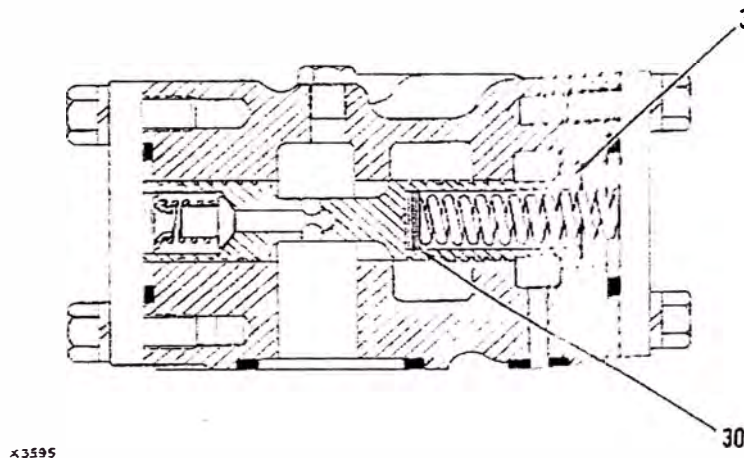
| Presión | Localización | Valores |
|--|--------------|--|
| Pistones del embrague de dirección (Embrague de dirección desenganchado y la máquina con la velocidad baja en vacío) | H-G | 310 ± 5 psi 218 ± 0.4 kg/cm ² |
| Bomba hidráulica (la máquina en velocidad baja en vacío). | I | 310 ± 5 psi 21.8 ± 0.4 kg/cm ² |

CUADRO N° 54

**ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA DE ACEITE DEL SISTEMA DE
9M222 TRANSMISIÓN Y DE DIRECCIÓN**

| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Tipo | Engranaje |
| Secciones | Uno |
| Rotación | Horaria |
| Capacidad (SAE 10W – 120°F (49°C)) | 28 GPM (106 lit/min) |
| Basado a una velocidad de | 1800 rpm |
| Presión que desarrolla | 300 psi (21.1 kg/cm ²) |

CUADRO N° 55



2S1386 TORQUE CONVERTER OUTLET RELIEF VALVE
3—Torque converter outlet relief valve spool. 30—Spacers.

FIGURA N° 56

**5M7864 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA DE ACEITE DE BARRIDO
DEL CONVERTIDOR DE ACEITE**

| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Tipo | Engranaje |
| Secciones | Uno |
| Rotación | Contra el Horario |
| Capacidad (SAE 10W – 120°F (49°C)) | 3.2 GPM (12-11 lit/min) |
| Basado a una velocidad de | 500 rpm |
| Presión que desarrolla | 120 psi (8.44 kg/cm ²) |

CUADRO N° 57

AJUSTE DEL VARILLAJE.-

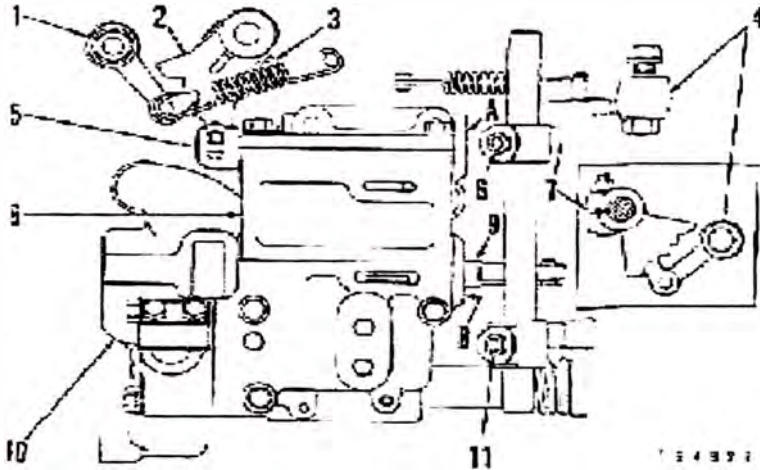
PRECAUCIÓN: No realice ajustes durante el funcionamiento de la máquina.

1. Desconecte los varillajes de las palancas de la transmisión.
2. Antes de realizar los ajustes de los varillajes vea las tuercas (3), (6) y (11) se aprietan con un torque de 25 ± 3 lb-pie (3.5 ± 0.4 kg-m).
3. Con la leva de dirección(2) en la posición mostrada (con la marcha atrás) ajuste la válvula selectora de la dirección(5) para que el extremo de la válvula este al mismo nivel (a ras) con la cara (A) en el alojamiento de la válvula.
4. Con la leva de la velocidad (7) en la posición mostrada (en neutro) ajuste la válvula selectora de la velocidad(9) para que el extremo del primer canal este al mismo nivel (a ras) con la cara (B) en el alojamiento de la válvula.
5. Gire la palanca(15) para que la leva de velocidad(7) este en la posición detenida de neutro y la palanca selectora de lugar (12) se ubique en la posición(c).
6. Ajuste la varilla(14) para que el extremo de la varilla se aloja en la palanca(15) y apriete la tuerca.
7. Gire la palanca(13) para que la leva de la dirección(2) se ubique en la posición detenida delantera y la palanca selectora de lugar (D) se ubique en la posición (D).
8. Ajuste la varilla (16) para que el extremo de la varilla se aloje en la palanca(13) y apriete la tuerca.

LINKAGE ADJUSTMENT

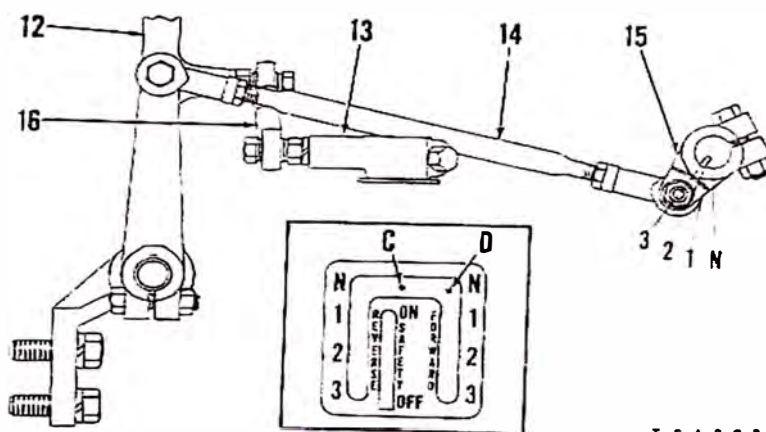


WARNING—Do not adjust linkage with engine running.



1.- Leva de muesca de direccion 2.- Leva de direccion 3.- Tuerca 4.- Leva de muesca de velocidad 5.- Valvula selectora de direccion 6.- Tuerca 7.- Leva de velocidad 8.-Carcaza de valvula de control de presion 9.-Valv. selectora de velocidad 10.-Selector y carcaza de valvula de seguridad 11.-Tuerca
A.- Carcaza con cara maquinada B.- Carcaza con cara maquinada

FIGURA N° 58



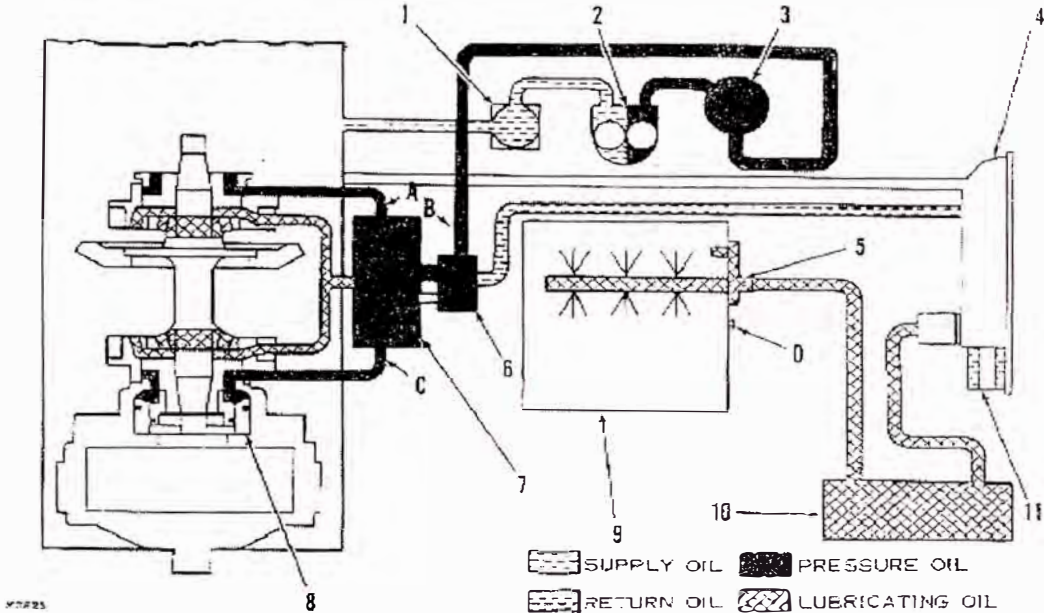
T 6 4 9 2 9

LINKAGE ADJUSTMENT—EXTERNAL

12—Transmission selector lever. 13—Lever. 14—Rod. 15—Lever. 16—Rod. C—Selector lever position for rod (14) adjustment. D—Selector lever position for rod (16) adjustment.

FIGURA N° 59

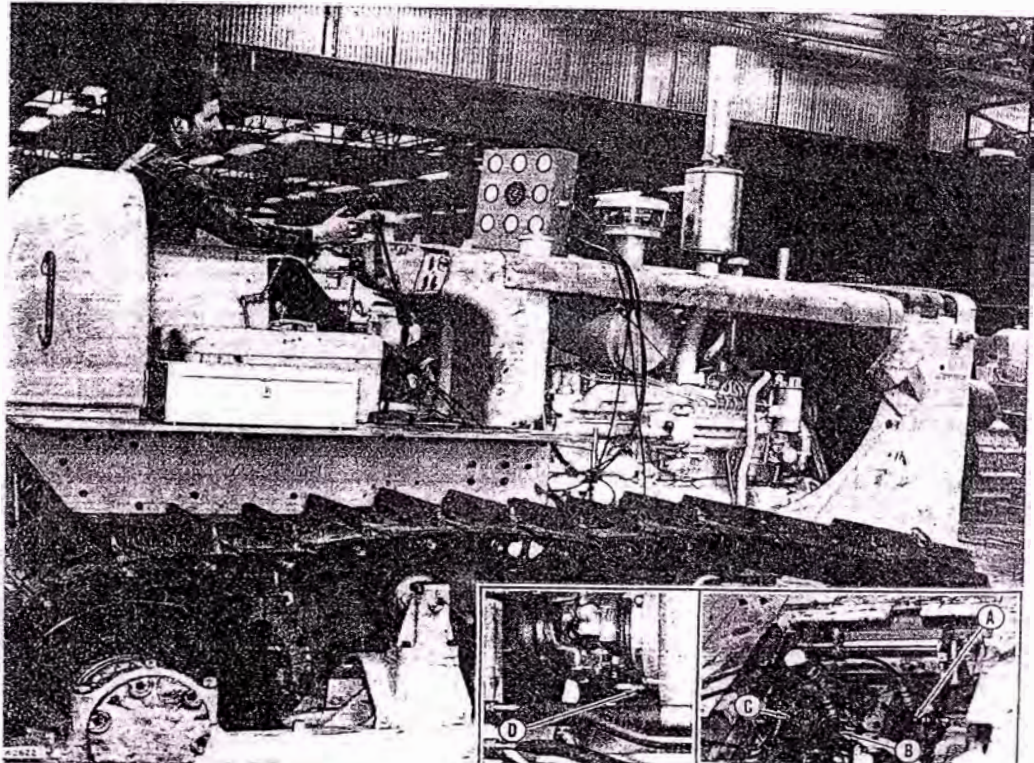
PRUEBAS HIDRÁULICAS DEL EMBRAGUE, TRANSMISIÓN Y EMBRAGUE DE DIRECCIÓN



ESQUEMA DEL SISTEMA HIDRAULICO DE TRANSMISION Y DIRECCION

1.- Filtro magnetico 2.- Bomba de aceite 3.- Filtro 4.-Carcaza de Embrague de volante 5.-Valvula reguladora de lubricacion de transmision 6.- Valvula de alivio 7.-Valvula de control hidraulico de embrague de direccion 8.-Piston de embrague de direccion derecho 9.-Caja de transmision 10.-Enfriador de aceite 11.- Malla A.-Tapa de aceite de embrague de direccion izquierdo B.- Tapa de bomba de aceite de transmision C.-Tapa de aceite de embrague de direccion derecho D.-Tapa de aceite de lubricacion de transmision

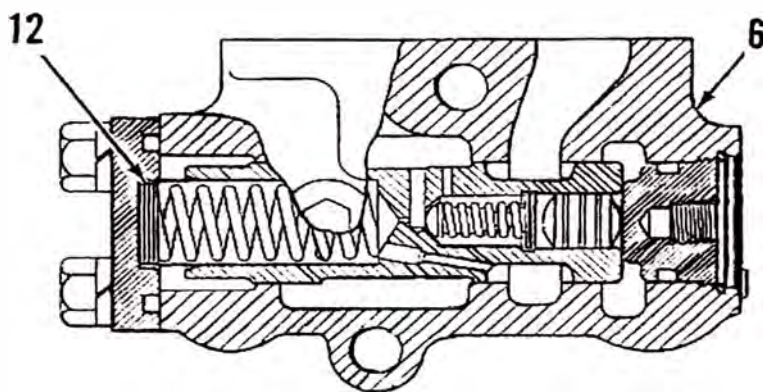
FIGURA N° 60



ON MACHINE PRESSURE TAP LOCATIONS

A--Left steering clutch oil pressure tap. B--Transmission oil pump pressure tap. C--Right steering clutch oil pressure tap. D--Transmission lubrication oil pressure tap.

FIGURA N° 61



x3780-A

7S1993 RELIEF VALVE

6—Relief valve (steering clutch hydraulic control).
12—Spacers.

FIGURA N° 62**TABLA DE ESPACIADORES**

| Espaciadores N° | Espesor | | Ubicación | Cambios | |
|--------------------|----------|------|---|---------|--------------------|
| | Pulgadas | mm | Ubicación | psi | Kg/cm ² |
| 5 M 3492 | .010 | 0.25 | Presión de la válvula de alivio del control hidráulico del embrague de dirección (6). | 4.8 | 0.34 |
| 7 M 1397 | .036 | 0.91 | | 17.5 | 1.23 |

CUADRO N° 63

Pruebas del comando de la transmisión

| Presiones | Localización | Valores | Ajustes |
|---|---|--|--|
| Pistón de embrague, dirección (embrague de dirección desenganchado y motor en baja, en vacío). | A-C | 275±25 PSI (19.3±1.8 kg/cm ²) | Ninguno |
| Bomba hidráulica de aceite (embrague de dirección desenganchado y motor en baja, en vacío). Prueba de paletas ver cuadro (65). | B Revise el cuerpo de la válvula de alivio | 275±25 PSI (19.3±1.8 kg/cm ²) 310±8 PSI (21.8±0.6 kg/cm ²) | Agregue o retire espaciadores necesarios para la válvula de alivio. Agregue o retire espaciadores para mantener una presión (B) y caudal 8±1 GPM (30,3±3.8 lit/min) |
| Válvula de regulación de lubricación de la transmisión (motor alto en vacío). | D | 9±3 PSI (0.6±0.1 kg/cm ²) ½ -5 PSI (0.04=0.4Kg/cm ²) en baja en vacío | Ninguna |

CUADRO N° 64

| ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALETAS DE LA TRANSMISION N° 7S3884 | |
|--|------------------------------------|
| Tipo | Engranaje |
| Secciones | Uno |
| Rotación | Horaria |
| Capacidad (SAE 10W – 120°F (49°C)) | 14.1 GPM (53.4 lit/min) |
| Basado a una velocidad de | 1800 rpm |
| Presión que desarrolla | 300 psi (21.1 kg/cm ²) |

CUADRO N° 65

AJUSTE DE LA LONGITUD DEL VARILLAJE

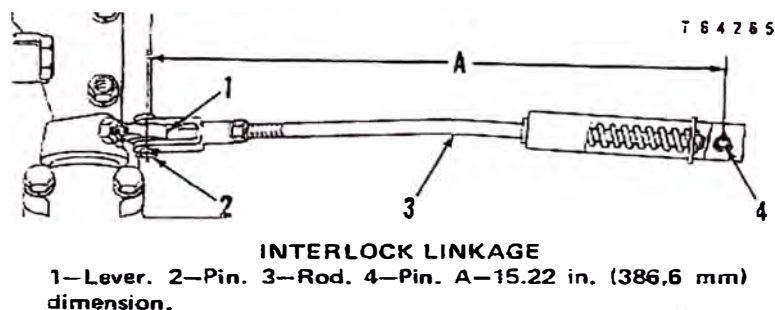


FIGURA N° 66

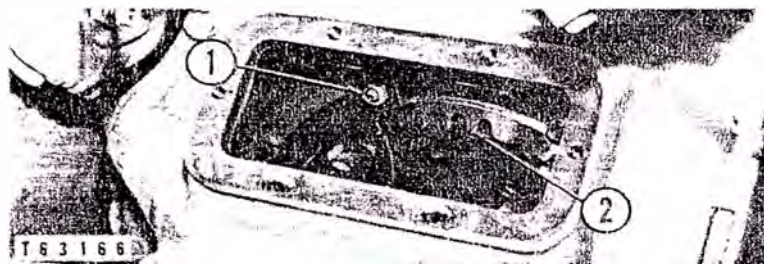
Ajuste la varilla(3) para que la dimensión(A), entre la línea central del pin(2) y (4), sea igual a 15-22" (386.6 mm).

Con el ajuste correcto del varillaje, el enclavamiento de la palanca(1) podría moverse hacia una posición perpendicular en relación al varillaje(3) así como que el embrague queda desenganchado ó suelto.

Si la varilla ajustada queda demasiado largo, el mecanismo del enclavamiento del varillaje no se soltaría, si la varilla ajustada queda corto, el mecanismo del enclavamiento del varillaje no cerraría ó engancharía.

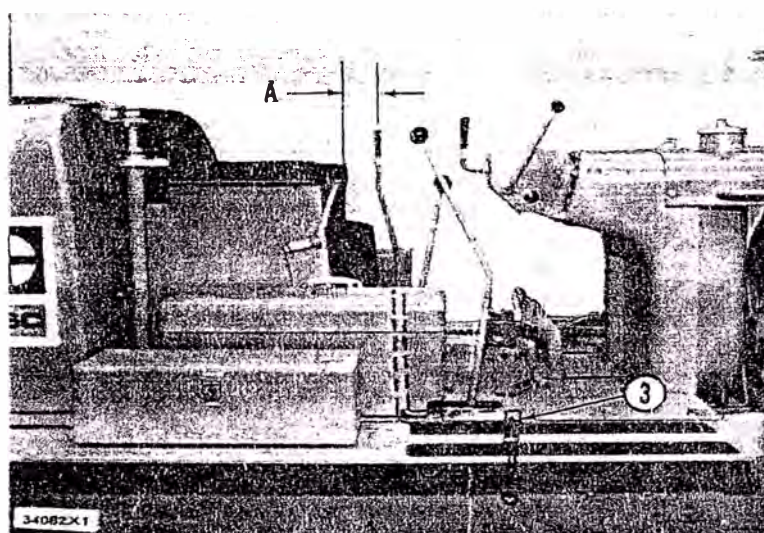
AJUSTE DEL EMBRAGUE .-

1. Promover la tapa de inspección del embrague.
2. Rotar la volante hasta la siguiente tuerca(1) es accesible suelte la tuerca más dos vueltas. Deslice el plato presor ligeramente para asegurarse que esta libre en el montante. Rote la volante 180° y afloje otra tuerca de la misma manera.



ADJUSTING CLUTCH
1—Locknut. 2—Adjusting ring.

FIGURA N° 67

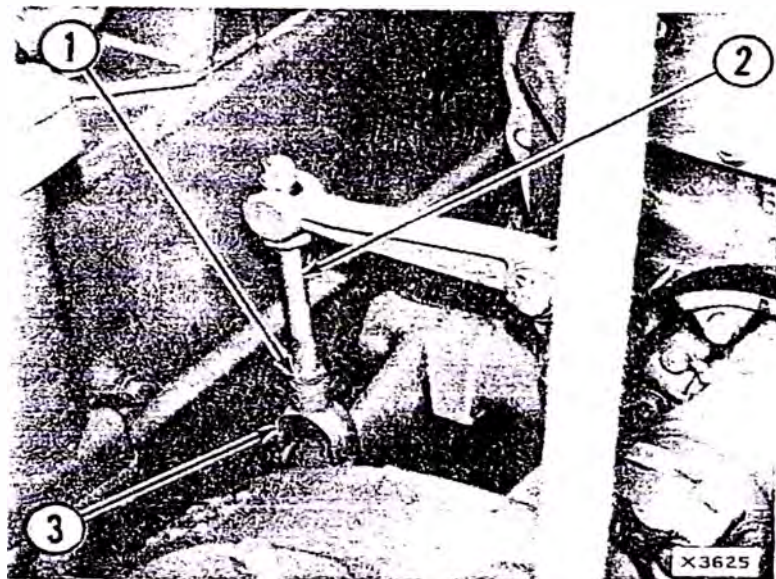


FLYWHEEL CLUTCH CONTROL LEVER ADJUSTMENT
3—Linkage. A--4.25 in. (107,9 mm) dimension.

FIGURA N° 68

3. Gire ajustando el anillo (2) con las muescas provistas una cantidad hasta que la palanca de embrague se tire correctamente, con una fuerza de 45 ± 5 lbs (20.4 ± 2.3 kg).
4. Ajuste las tuercas (1) con un torque de 30 lb – pie (4.1 kg-w).
5. Con el embrague enganchado ajuste el varillaje(3) para que la distancia del extremo lineal de la palanca de mando del embrague a la parte delantera costado izquierdo del asiento sea una dimensión igual a 4.25" (107.9 mm).

AJUSTE DEL FRENO DEL EMBRAGUE



CLUTCH BRAKE ADJUSTMENT
1—Locknut. 2—Rod assembly. 3—Yoke.

FIGURA N° 69

1. Afloje la tuerca (1) y con la palanca de mano del embrague estando en posición de enganchado, gire ajustando la varilla (2) hasta que ajuste la carrera de la palanca.
2. Con la palanca de mano del embrague estando en la posición de desenganchado, gire ajustando la varilla(2) dos vueltas en sentido de las agujas del reloj y apriete la tuerca (1).

TREN DE RODAMIENTOS

Es un componente de tracción de una máquina que permite a través de la rueda motriz que trasmite la fuerza logre avanzar hacia delante, hacia atrás y girar una máquina debido a la tracción sobre el piso del conjunto de zapatas.

El tren de rodamientos se compone de los siguientes: dos cadenas, dos ruedas dentadas motrices, de 2 a 4 ruedas guías superiores, 10 a 16 ruedas guías inferiores, 2 ruedas guías y el templador de cadenas.

FACTORES QUE DETERMINAN LA DURACIÓN DEL TREN DE RODAMIENTOS:

Los factores que determinan la vida útil del tren de rodaje y desgaste equilibrado entre componentes se pueden dividir en tres grupos. En el primero están aquéllos que se pueden controlar. Estos son el ajuste de la tensión de las cadenas, ancho de zapatas y en algunos casos alineación.

En el segundo grupo o factores no controlables, están aquellos variantes llamados "supuestos". Son los que dependen de la obra, están determinados en su totalidad por las condiciones del suelo e incluyen impacto, abrasivos, compactación, humedad, terreno y aplicación (lo que la máquina hace).

El último grupo, llamado a veces factores controlables parcialmente, se relaciona con los hábitos o costumbres del operador de la máquina. Se necesita un completo conocimiento de los elementos de estos tres grupos para que el experto del SEC (Servicio de Evaluación de Carrilería) pueda no sólo explicar lo que ocurre, sino también lo que se espera que ocurra especialmente cuando uno de estos factores cambia.

Factores controlables

Los factores controlables que determinan la vida útil del tren de rodaje deben tratarse por separado porque, como en el caso de los dos primeros, pueden tener

consecuencias de carácter económico en la operación del tren de rodaje. El ajuste de las cadenas es de vital importancia en el desgaste externo de los bujes, puede aun determinar si es necesario un volteo costoso para poder utilizar el sistema de rodillos y eslabones. La tensión de las cadenas pueden también afectar la estanquidad del sello. El ajuste de las cadenas es un factor controlable. El operador mismo puede ajustarlas.

El ancho de las zapatas puede también controlarlo el usuario. Con su consejo, el escoge las zapatas para su nueva máquina y/o las cambia cuando cambia las cadenas o pasa a otro trabajo. El ancho de las zapatas puede relacionarse con efectos tan distantes entre sí como integridad de la lubricación y sello de la cadena, rajaduras de eslabones, desgaste de pestañas de rodillos y ritmo de desgaste de bujes.

La alineación, el tercer factor y el menos crítico, lo veremos aquí también porque, particularmente en las máquinas con rueda motriz baja, se lo culpa sin razón debido a muchos síntomas. Para poder identificar la causa real, sea controlable o no, es útil saber si la desalineación influye en los patrones de desgaste. Trataremos también de la vibración causada por las cadenas aunque el control de este aspecto depende exclusivamente del diseño de la máquina.

Ajuste de las cadenas

Aunque el método de medir la comba de referencia y el ajuste de las cadenas varía con cada tipo de máquina, la importancia que tiene para estos diferentes tipos no varía. Como se dijo antes, las cadenas demasiado tensas pueden disminuir la vida externa de los bujes (aumentando el ritmo de desgaste tanto

como tres veces) y por esta sola razón figura como causa o acelerador bajo la sección relacionada con problemas estructurales y de desgaste de componentes. Para las instrucciones completas sobre ajuste de las cadenas ver la sección correspondiente a cada máquina.

ANCHO DE ZAPATAS PARA MAQUINAS DE CADENAS

Como el ancho de las zapatas y los choques a que están sometidas influyen en la vida útil del tren de rodaje, se recomienda, para obtener más rendimiento y vida útil, escoger el ancho de zapata que convenga a cada aplicación.

Los conceptos que a continuación explicamos, le ayudará a seleccionar la zapata adecuada con base en los siguientes factores.

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Flotación

Seleccione una zapata cuyo ancho dé la flotación adecuada para todos sus trabajos. Cuanto más ancha sea una zapata mayor flotación ofrece. Sin embargo, no debe exceder los límites de flotación necesaria. Lo importante es seleccionar una zapata del ancho que impida el hundimiento de la máquina.

Penetración-Tracción

Si la zapata es más ancha no quiere decir que tenga mejor penetración o tracción, ni que la producción de la máquina sea mayor. Lo que se busca con el mayor ancho de zapata es la flotación adecuada.

Maniobrabilidad

Cuanto más ancha sea la zapata tanto más resistencia al giro. Es decir, la máquina tiene menos maniobrabilidad y menos capacidad de producción.

Versatilidad

Con las zapatas más anchas la máquina puede trabajar igualmente en suelos duros y en suelos blandos. Sin embargo, cuanto más ancha sea la zapata más acelerado es el desgaste

FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA Y EL DESGASTE DEL SISTEMA DEL TREN DE RODAJE**Vida útil de la zapata**

El desgaste de una zapata es el mismo cualquiera que sea su ancho. Las garras más anchas ofrecen ligeramente más duración. El patinaje de las cadenas es el principal factor que afecta el desgaste de la zapata.

Resistencia a la deformación

La resistencia de una zapata a la deformación es proporcional a la distancia entre el borde exterior del eslabón y el extremo de la zapata. Cuanto más ancha sea la zapata mayor es el riesgo de que se agriete, tuerza y se afloje la tornillería.

Vida útil de eslabones, rodillos y rueda guía

A zapatas más anchas mayor desgaste de los lados del riel del eslabón, rodillos y pestañas de rueda guía porque los esfuerzos son mayores. Con zapatas más anchas los eslabones corren también más riesgo de rajarse.

Vida útil de pasadores y bujes

En un terreno dado, las zapatas demasiado anchas aceleran el desgaste externo de los bujes de la Cadena Sellada y de la Cadena Sellada y Lubricada, y también el desgaste interno de la Cadena Sellada. Este se debe al aumento de esfuerzos, carga y torsión.

Resistencia de los pasadores y bujes a la deformación

En terrenos escarpados o donde los choques son repetidos, las zapatas demasiado anchas pueden hacer que los pasadores y bujes ensanchen el abocardado del eslabón. Esto es más frecuente con zapatas de una sola garra alta. En este caso el volteo o reemplazo del pasador puede ser ineficaz.

VIDA UTIL DE LAS ARTICULACIONES DE LA CADENA SELLADA Y LUBRICADA

El empleo de zapatas demasiado anchas en terrenos escarpados o en condiciones de choques constantes es costoso debido a la pérdida de lubricante y vida útil del sello que resulta en articulaciones secas. Cuanto más ancha sea la zapata, más violentos los impactos y más riesgo de que las articulaciones “se abran”, provocando la pérdida de lubricante y el desgaste de los sellos. El juego axial

producido por el vaivén del buje en el pasador hace que el sello se doble. Hay siempre cierto juego axial que no puede eliminarse sino apretando bien los componentes como al armado inicial de la cadena o al hacer el ajuste de las mismas. Para que el sello y el lubricante tengan óptima duración, la máquina debe estar equipada con las zapatas más angostas que sea posible pero que proporcionen la flotación adecuada.

CONCLUSION

El cliente debe comprender la importancia que la selección de zapatas tiene en la producción y vida útil de la máquina. Si todas las ventajas y desventajas han sido explicadas al cliente, él podrá por si mismo escoger la zapata ideal que represente, el término medio entre productividad y vida.

2.4.- LUBRICANTES

El principal problema cuando se habla de prácticas de lubricación es la carencia de modelos o procedimientos estandarizados que permitan efectuar la tarea de la lubricación adecuada.

Otras organizaciones ponen especial énfasis en las prácticas preventivas, cuidado esencial y limpieza, pero descuidan la parte del monitoreo de condición necesaria para asegurar la confiabilidad de la maquinaria. El balance entre estos dos escenarios y la aplicación de un análisis a la información y acciones de mantenimiento (análisis modo de falla, práctica, etc.), es lo que permite mejorar la confiabilidad del equipo.

Este balance entre las mejores prácticas, análisis de modo de falla y monitoreo de condición, debe ser logrado con buenos cimientos. En el camino a la excelencia en mantenimiento, las mejores prácticas de lubricación son el primer paso a ejecutar. Frecuentemente, los departamentos de mantenimiento no están obteniendo el máximo valor de sus lubricantes. Esto no se debe a la compra de lubricantes de baja calidad, sino a una práctica insatisfactoria en la aplicación del lubricante y su mantenimiento en la maquinaria. Desde que el lubricante llega a la planta, se encuentra expuesto a riesgos de contaminación por almacenamiento y manejo deficiente, mezcla con otros productos, aplicación errónea, sobre lubricación, poco lubricante, o incluso ocasionando riesgos a la seguridad o la ecología.

Aceite Multigrado

Objetivo de un aceite Multigrado:

Los aceites multigrados llegaron a los motores desde los años 1,950. Un aceite multigrado es un lubricante diseñado originalmente para trabajar en aplicaciones donde los cambios de temperatura son considerables. Por ejemplo en algunas regiones del hemisferio norte las temperaturas son de -40°C en el invierno y de 40°C en el verano. Si embargo, esto no significa que los lubricantes multigrados no puedan ser utilizados en lugares en donde los cambios de temperatura no son tan dramáticos. En la actualidad, los aceites monogrados (un solo grado: SAE 40 por ejemplo) son cada vez menos comunes y han sido desplazados por los multigrados paulatinamente en todo el mundo. Los aceites monogrados se utilizan aún en aplicaciones como motores de competencia, equipo industrial que opera 100% en aplicaciones de alta

temperatura y condiciones especiales de diseño de ciertos motores que no permiten el uso de un multigrado

Para el caso de un aceite 15W - 40, mucha gente asume que el 15W es el grado del aceite para bajas temperaturas y el 40 el grado para altas temperaturas, aunque hay cierta lógica en ello, también hay grandes diferencias. Si esto fuera cierto, un aceite 15W - 40 sería grado 15 en baja temperatura y 40 en alta temperatura. Eso significa que este aceite “engrosaría” con el cambio de la temperatura, lo cuál no es cierto. La realidad es que el aceite 15W - 40 es más grueso en bajas temperaturas que en altas temperaturas (como ocurre también con los aceites monogrados).

El número 15W realmente se refiere a la facilidad con la que el aceite puede ser “bombeado” en bajas temperaturas, mientras más bajo sea el número “W”, mejores serán sus propiedades de baja viscosidad y el motor podrá ser arrancado a muy bajas temperaturas. La “W” significa “Winter” (Invierno en Inglés). Un aceite 5S-40 es mejor que un 15W 40 en arranque a bajas temperaturas. Ese es el real significado del primer número “Facilidad de arranque en bajas temperaturas” – equivalente al término "Startability" en Inglés.

El segundo término es el grado de viscosidad real del aceite a la temperatura de operación del motor y es determinado por la viscosidad cinemática del aceite a 100°C. Una vez que el motor arrancó y se ha calentado, el aceite trabaja como un grado SAE 40, esto es; la viscosidad con la que se protege al motor la mayor parte del tiempo. La gran ventaja de los aceites multigrados es su gran flexibilidad para proteger al motor en el arranque, con una viscosidad baja y que permite que el aceite llegue muy rápido a las partes del motor, para protegerlo contra el desgaste y posteriormente que sostenga una viscosidad correcta para el tiempo que opera en

condiciones “normales” de temperatura que son reguladas por el sistema de refrigeración (enfriamiento) del motor.

Aceite Sintético

El término Hidrocarburo Sintetizado (SHC), y lubricantes sintéticos, son utilizados igualmente para describir una familia de aceites y grasas sintéticos que incluyen aceites circulantes, aceites de engranes, aceites hidráulicos, grasas y aceites de compresores.

Estos lubricantes son utilizados en una gran variedad de aplicaciones industriales. Por definición, un lubricante sintético es un lubricante diseñado y elaborado para servir mejor a los propósitos previamente reservados para productos extraídos directamente del petróleo. Los términos sintetizado y sintético, describen los aceites básicos principalmente Polialfaolefinas (PAOs). Adicionalmente, hay otros tipos de aceites básicos que incluyen poliglicoles, ésteres orgánicos, ésteres fosfatados y siliconas.

¿Qué hace a los lubricantes sintéticos diferentes?

A diferencia de los aceites minerales, que son una mezcla compleja de hidrocarburos producidos naturalmente, los básicos sintéticos son productos elaborados en su mayoría con la misma molécula en configuración y tamaño. Para entender mejor, cómo la uniformidad afecta el desempeño, consideremos las siguientes comparaciones de lubricantes. Imaginemos una habitación, llena con pelotas de golf, completamente uniformes en forma, color y tamaño. Así es como se verían los básicos sintéticos. En contraste, imagine otra habitación, llena con pelotas de golf,

béisbol, tenis, fútbol, básquetbol, etc. Este cuarto, describe lo que aparentaría un aceite mineral. Los aceites lubricantes de la nueva generación elaborados con básicos Hidrofraccionados, serían representados por un cuarto lleno con pelotas de golf y sólo unas cuantas de tenis.

Los aceites básicos producidos por la Madre Naturaleza a partir del petróleo, carecen de una estructura molecular uniforme y varían dependiendo de la calidad y la procedencia del crudo. Los aceites sintetizados, no varían, lo que mejora su habilidad para desempeñarse en un amplio rango de temperaturas. Adicionalmente a su tamaño y estructura uniforme, los fluidos sintéticos, tienen también idénticas uniones moleculares muy fuertes y una estructura saturada. Debido a que la síntesis es hecha de un gas, los sólidos como las ceras, no son contenidas en los productos finales, como sucede en los procedimientos para elaborar básicos tradicionales. Además, los sintéticos tienen un alto índice de viscosidad natural, que hace que el aceite se adelgace menos con las altas temperaturas y que se engruese menos en las bajas temperaturas.

Ventajas de los lubricantes sintéticos.

La combinación de una estructura molecular uniforme, idénticos y fuertes enlaces moleculares, una estructura molecular saturada y un producto libre de cera, proporcionan a los básicos sintéticos grandes ventajas de desempeño sobre los aceites básicos convencionales.

Ahorros en energía.

El tamaño y forma idéntica en los sintéticos, proporcionan un mayor coeficiente de tracción y menor fricción interna entre las moléculas bajo carga.

Como resultado, hay menor pérdida de energía debido a la fricción y frecuentemente, se encuentra un ahorro de energía de entre un 2 al 5%, dependiendo de la aplicación en particular. Los equipos lubricados por sintéticos, generalmente requieren menos torque al arrancar y en consecuencia menor uso de energía. El uso de un aceite sintético en un altamente eficiente engrane recto, no producirá tanta economía de energía como en un relativamente ineficiente engrane de tipo corona-sinfin.

Mayor vida el aceite y de los componentes.

No es raro que los lubricantes sintéticos proporcionen entre 5 y 10 veces más larga vida que los aceites minerales. Como resultado de la extensión del periodo de cambio, el costo de disposición es menor, además de menores costos de mantenimiento y menores costos por paros en la producción, debido a menor cantidad de cambios. Una regla de la industria, establece que la tasa de oxidación de los aceites convencionales, se duplica y la vida de ese aceite se reduce a la mitad, por cada incremento de 10°C en la temperatura de operación. La estructura de los sintéticos, les permite resistir substancialmente el ataque del oxígeno en la presencia del calor.

La resistencia a la oxidación, causa menor formación de depósitos y barniz, mientras los aditivos detergentes-dispersantes en los sintéticos mantienen los productos de la oxidación en suspensión. Como resultado hay menor corrosión y herrumbre, menor frecuencia en las fallas de los equipos, debido a la formación de barniz o depósitos, así como menos mantenimiento durante los paros programados, debido a que las superficies de los componentes estarán limpias.

Mayor estabilidad a la oxidación, dará como resultado menores reemplazos de componentes debido a fallas en la condición de los lubricantes. Esto convierte a los sintéticos en una mejor opción para aquellos equipos con aceites de llenado-de-por-vida, en equipo para aplicaciones ligeras a moderadas, como engranes ligeramente cargados en localizaciones remotas. En aplicaciones severas, como los rodamientos de las máquinas de papel, los sintéticos proporcionan una superior lubricación con una menor oxidación y pérdida de lubricante cuando se les compara con aceites minerales.

Gran protección en altas y bajas temperaturas.

La principal ventaja en el desempeño de los aceites sintéticos es su aplicación en un amplio rango de temperaturas de servicio. Los sintéticos tienen una mayor resistencia de película --más protección-- y gran estabilidad térmica bajo una gran variedad de temperaturas de operación, cuando son comparados con los aceites minerales. Los sintéticos proporcionan completa lubricación rápidamente y reducen el desgaste de los componentes.

Fluidez superior a bajas temperaturas.

Los sintéticos, tienen un desempeño sobresaliente en bajas temperaturas, proporcionan un mejor flujo al arranque en extremadamente bajas temperaturas, así como gran estabilidad en altas temperaturas. Dado que un alto porcentaje del desgaste ocurre en el arranque de los equipos y los sintéticos pueden fluir mejor y proporcionar la protección necesaria, el equipo queda protegido. El punto de congelación de un aceite lubricante, es la más baja temperatura a la que un aceite

puede fluir. Los aceites convencionales contienen ceras disueltas, cuando un aceite se enfría, las ceras comienzan a separarse como cristales que se unen. Estos cristales forman una estructura rígida que atrapa el aceite en pequeños espacios en la estructura. Cuando la estructura de cristales de cera es suficientemente completa, el aceite ya no fluye.

El uso de los sintéticos en aplicaciones externas durante el invierno en regiones árticas, permite menores reemplazos de componentes y una operación libre de interrupciones en muy bajas temperaturas.

¿Cuándo utilizar sintéticos?

Los lubricantes proporcionan funciones básicas, como el control de la fricción, temperatura, desgaste y corrosión. Los lubricantes sintéticos, deben ser utilizados donde una o más de esas funciones no pueden ser cubiertas por los lubricantes convencionales.

Aplicaciones típicas de la industria para los sintéticos incluyen ambientes de trabajo muy calientes, o sucios, altas cargas y bajas velocidades o exposición a climas muy fríos.

Deberán evitarse aplicaciones en las que los sistemas sean especialmente sucios y que requieren un cambio frecuente de aceites para mantener un aceptable nivel de limpieza ISO, o cuando las fugas en los sistemas no pueden ser fácil o económicamente eliminadas.

¿Hay lubricantes sintéticos para todas las aplicaciones de la industria?

La respuesta es Sí. ¿Se requieren sintéticos en todas las aplicaciones? La respuesta es obviamente No. En cada caso, las propiedades especiales de los aceites sintéticos, justifican el costo adicional cuando los lubricantes minerales no pueden proporcionar el adecuado desempeño. El uso de un lubricante sintético se justifica, basado en las consideraciones económicas de la aplicación. Generalmente un sintético proporciona entre 5 a 10 veces más vida, comparado con un aceite mineral. Los sintéticos pueden costar alrededor de 5 veces mas que un aceite mineral, por lo que usted no podrá frecuentemente justificar su uso basado únicamente en el costo del lubricante y la extensión de su vida útil. En su proceso de decisión, asegúrese de incluir todos los conceptos que intervienen en el costo y los beneficios potenciales que estos lubricantes le proporcionan:

- Menos partes de reemplazo
- Menos costos por mano de obra
- Menos cambios de aceite
- Menos costos por disposición
- Menos filtros
- Ahorros de energía
- Producción con menores interrupciones.

La Auditoria de Lubricación

El especialista deberá efectuar la Auditoria en las siguientes áreas:

- Recepción y almacenamiento del lubricante.

- Despacho y manejo del lubricante.
- Administración de tanques.
- Métodos de lubricación y relubricación.
- Procedimientos de muestreo.
- Sellos y control de fugas.
- Entrenamiento necesario para el personal.

El reporte de la auditoria deberá documentar los hallazgos, identificar las prácticas actuales deficientes y sugerir prácticas alternativas.

Habrá, también, de identificar las oportunidades de reducción de costos en la aplicación del lubricante, en su manejo, almacenamiento y disposición. Vale la pena, por supuesto, que rescate las oportunidades de control de contaminación, aplicando prácticas de mantenimiento proactivo y proponiendo mejoras a los sistemas y equipos de almacenamiento, manejo y relleno de lubricantes.

Manual de Lubricación

Este manual de procedimientos de lubricación deberá cubrir las siguientes áreas:

- Estándares de lubricación.
- Consolidación de productos.
- Recepción y almacenamiento de lubricantes.
- Manejo y aplicación de lubricantes.
- Métodos de cambio de aceite.
- Lavado y desarme de equipos.
- Métodos de engrase y reengrase.
- Administración de tanques.

- Reacondicionamiento y filtración.
- Disposición del aceite usado.
- Control de fugas y sellos.
- Seguridad y ecología.
- Procedimientos de muestreo de aceite.
- Procedimientos de pruebas de análisis de aceite.
- Guías y formatos de interpretación de análisis de aceites.
- Límites para el análisis de aceite por equipo.
- Guía de solución de problemas para resultados anormales.
- Evaluaciones de conocimientos y habilidades para el personal.
- Libros de consulta.
- Fundamentos de lubricación
- Administración del grupo de lubricación
- Técnicas de cambio de aceite y lavado
- Métodos óptimos de muestreo
- Filtración y control de contaminación
- Análisis de aceites
- Análisis de partículas de desgaste

EL CONSUMO DE ACEITE COMO INDICADOR PARA UNA REPARACIÓN DE MOTOR

El consumo de aceite junto con el consumo de combustible y el informe de mantenimiento preventivo, pueden ser parámetros para estimar el costo de operación total de una máquina.

Los datos de consumo de aceite también pueden utilizarse para estimar la cantidad de intervalos de mantenimiento de cambio de aceite de motor. Alguno de estos factores son el porcentaje de carga, la viscosidad del aceite, el conjunto de aditivos del aceite y las prácticas de mantenimiento que se ejecuten.

La medición del consumo de aceite, que nos da los fabricantes de MOTORES CATERPILLAR es “consumo de aceite específico (SOC)” que tiene como unidades de medida en gr/BKw – HR ó lb/ BHP – HR, considerando que las máquinas operan con su factor de carga de 100%, tiene un cuadro de valores máximos de consumo de aceite específico de motores.

| MOTORES CATERPILLAR (BHP) | SOC lb/BHP - HR |
|--------------------------------------|------------------------|
| 200 | 0.0010 |
| 300 | 0.0008 |
| 450 | 0.0006 |
| 800 | 0.0015 |

CUADRO N° 70

La siguiente fórmula puede ser utilizada para estimar el consumo de aceite en su máquina en lt/Hr ó gal/Hr.

$$C_{\text{lt/HR}} = \frac{\text{Pot}_{(\text{HP})} \times \text{Factor de carga}\% \times \text{SOC}}{\delta_{\text{aceite}}}$$

Ejem: Motor capac = 300 HP
 Factor carga = 100 %
 C_{especif} SOC = 0.0008 lb /HP – HR
 δ aceite = 7.5 lb/gal

Reemplazando:

$$C_{\text{aceite}} = \frac{300 \times 1 \times 0.0008}{7.5} = 0.032 \frac{\text{gal}}{\text{HR}} \quad \text{ó} \quad \frac{1}{32} \frac{\text{gal}}{\text{HR}}$$

Este cálculo de consumo de aceite es un indicador para recomendar reparación general del motor.

También cuando el consumo de aceite de una máquina se ha incrementado en tres veces su consumo inicial (nuevo) que se consigue debido al uso normal, la máquina podría también recomendársele reparación general.

También, la medida de cuando se puede reparar una máquina es cuando se le mide por rendimiento, consumo de combustible, consumo de aceite, excesiva fuga de gases por el respiradero del carter y pérdida de compresión.

Si una máquina todavía esta trabajando dentro de los parámetros permisibles, no requiere reparación pero para obtener el costo mínimo de operación es recomendable guardar los datos que sirven como indicadores para determinar una reparación.

En la lubricación es importante usar el aceite adecuado para motor diesel clasificación API CD / SE y de marca.

Usar el grado SAE de acuerdo a la temperatura ambiente.

Usar el aceite con TBN mínimo 10 (Norma ASTM D2896) si se conoce el % de contenido de azufre en el petróleo diesel 2 el TBN mínimo debe ser 20 veces menor a este porcentaje). TBN es Numero Básico Total, que indica la oxidación del aceite como regla general, el aceite debe cambiarse cuando pierda una unidad de TBN.

Se debe aceptar el periodo de cambio de aceite (Hrs.) como sigue:

si el factor de carga esta entre 60 y 70% el periodo de cambio debe ser el recomendado por el fabricante que se encuentra en los manuales de mantenimiento.

Si el factor de carga esta entre 70 y 80% el periodo de cambio debe reducirse en 15%.

Si el factor carga esta entre 80 y 100% el periodo de cambio debe reducirse en un 25%.

Para establecer el periodo de cambio óptimo valerse del análisis de aceite por rayos infrarrojos y/o determinar el TBN con un medidor de PH (Acidez del aceite).

Para controlar el desgaste normal del motor se recomienda realizar en cada cambio de aceite el análisis por partículas de desgaste por millón en espectrofotómetro de absorción atómica y compararlos con tablas normales de desgaste.

ANÁLISIS DE ACEITE

Las empresas constructoras de transporte, así como las de maquinaria pesada en Minería, entre otras industrias analizan el aceite de sus motores a intervalos regulares.

El análisis de aceite indica lo siguiente:

Cuando debe cambiarse el aceite.

El mantenimiento de rutinas necesarias (cambio de filtros, etc.).

Un mantenimiento correctivo necesario (cambio de sellos, etc.).

Una condición anormal tan pronto empiece a manifestarse.

Un vehículo se puede mantener en condiciones óptimas de operación ahorrando dinero en el mantenimiento y cambios de aceites, minimizar las paradas llevando un adecuado control de análisis de aceite.

Desde el primer día que Usted arranca un Motor, empieza a desgastarse desprendiéndose particular microscópicas (ppm) de los diferentes componentes metálicos internos en movimiento y se recogen en el aceite lubricante, estas partículas metálicas son de diferentes aleaciones y por eso cada una se desgasta de forma diferente.

Fundamentalmente el aceite del motor satisface tres funciones principales:

Lubrica el motor para reducir la fricción entre piezas.

Reduce el desgaste de las piezas internas en movimiento y mantiene limpio el motor.

Refrigera el calor interno que se genera por la fricción y combustión.

La oxidación del aceite como resultado de las altas temperaturas de la combustión y polvo de la admisión de aire que van a dar al aceite, por lo que requiere agregar aditivos al aceite incluyendo:

Mejoradores de la viscosidad, permitiendo que el aceite sea mas fino cuando esté frío el motor en el arranque y relativamente espeso cuando esté caliente.

Antioxidantes, evita y reduce la oxidación del aceite a las altas temperaturas de la combustión de un motor.

Detergentes y dispersantes, para limpiar el interior del motor y mantener en suspensión los contaminantes.

Agentes de presiones extremas, permite proteger las piezas móviles del motor expuestas a altas presiones.

Cualquiera sea el aceite, los aditivos empiezan a consumirse, reduciendo el nivel de protección del motor. Dependiendo de las condiciones del motor, el combustible y el agua pueden contaminar el aceite y reducir sus características físicas iniciales.

Las deficiencias en los filtros de aire, puede permitir el ingreso de abrasivos a la cámara de combustión ocasionando desgastes prematuros. Lo que se requiere es conseguir el momento preciso en que se debe cambiar el aceite evitando altas concentraciones de polvo, ácido, etc. para lo cual se extrae una muestra de aceite para su análisis espectroscópico que consiste en calentar la muestra hasta que se evapore, entonces el gas luminoso emite una luz compuesta de diferentes tamaños de ondas, que cuando se separan por un prisma vemos que cada elemento químico emite cierto grupo de ondas que permite definir la cantidad de partes por millón que contiene cada elemento (véase Cuadro N° 71).

CUADRO DE ANALISIS ESPECTOGRAFICO DE LOS ACEITES

| Elementos en el motor | Símbolo | Fuente del metal / elemento |
|------------------------------|----------------|--|
| Hierro | Fe | Anillos de pistón, cigüeñal |
| Aluminio | Al | Pistones, rodamientos metales biela, bancada. |
| Cobre | Cu | Metales, bocinas de la caja. |
| Plomo | Pb | Metales, aditivos de combustible gasolina |
| Estaño | Sn | Metales, bocinas de la caja |
| Cromo | Cr | Anillos de pistón, Cigüeñal |
| Niquel | Ni | Anillos de pistón, Cigüeñal |
| Silicio | Si | Arena, polvo |
| Boro, Sodio | B, Na | Aditivo al sistema de enfriamiento |
| Calcio | Ca | Aditivo detergente, dispersante; grasas |
| Bario | Ba | Aditivo detergente, Dispersante; grasas |
| Magnesio | Mg | Aditivo anticorrosivo |
| Zinc | Zn | Aditivo antidesgaste |
| Fósforo | P | Aditivo antidesgaste |

CUADRO N ° 71

En el análisis de aceite también se obtiene otros datos que ayudan a interpretar otras deficiencias.

CUADRO DE INTERPRETACION DEL ANALISIS DEL LABORATORIO

| Análisis | Unidades | Conclusiones |
|------------------------------|-----------------------------|--|
| 1. Dilución del aceite | % vol | Contaminación del aceite y degradación del mismo una dilución de 2.5% perjudica grandemente al motor. |
| 2. Contenido de sólidos | % vol | |
| 3. Agua | % vol | Nunca debe ser mayor de 0.3%. |
| 4. Acidez | PH | |
| 5. Base total | TBN | El TBN (numero básico total) indica la oxidación del aceite. Este debe cambiarse cuando pierde una unidad de TBN |
| 6. Viscosidad | Sus a 210°F | |
| 7. Análisis espectrográfico | ppm | Desgaste del motor. Ver % de cada elemento. |
| 8. Análisis espectrográfico | Si (ppm) | Abrasivo |
| 9. Análisis espectrográfico | B, Na (ppm) | Aditivo al sistema enfriamiento. |
| 10. Análisis espectrográfico | P, Zn, Cr, Ba, Mg, (ppm) | Aditivos al aceite. |

CUADRO N° 72

De la interpretación de los resultados del análisis de contaminación del aceite se basa en los siguientes datos analíticos:

Hierro: Los motores se fabrican fundamentalmente de acero y el aceite del motor recoge las trazas de hierro según se desgastan las paredes de los cilindros. En un motor nuevo, el aceite contendrá de 200 a 400 ppm de hierro durante los primeros 8.000 km, más tarde, se estabilizará a 100-150 ppm. Por lo tanto si el aceite de un motor indica 300-500 ppm de hierro después de funcionar por un total de 15000 km, el desgaste es anormal.

Plomo: Si la gasolina que se usa como combustible contiene tetraetilo de plomo, el análisis de Pb no puede interpretarse por sí mismo. Pero si no hay Pb presente en el combustible y teniendo en cuenta que algunas veces los pistones y las paredes de cilindros tienen una capa protectora de Pb, el alto contenido de Pb indica alguna anomalía, tal como desgaste de los rodamientos (a causa de Pb, Cu, Sn).

Niquel: Los vástagos y cigüeñales contienen Ni. Cero ppm es normal.

Plata: Puede provenir de soldadura del radiador Ag. en el aceite significa que se escurre agua al cárter.

Cobre: Si sigue aumentando el Pb pero el Cu es bajo, solamente denotarán desgaste los pistones. Pero si ambos, el Pb y el Cu son altos, los rodamientos se estarán desgastando rápidamente. Los niveles normales son de 50-100 ppm de Pb y 10-15 ppm de Cu.

Estaño: Es normal del 10 al 20 ppm de estaño. El motor que tenga altos niveles de Pb, Cu y Sn debe examinarse inmediatamente o el motor podrá fallar completamente.

Cromo: 10 ppm o menos es normal. Los valores más altos indicarán que los anillos de los sellos se desgastan en forma anormal.

Aluminio: 20 ppm es normal para los motores que tienen pistones de Al los bloques de motores de aluminio normalmente indicarán de 60 a 80 ppm en el aceite.

Silicio: Proviene de la arena y polvo presentes en el aire de la combustión. Examine el filtro 25 ppm es normal en los motores de gasolina; 15 ppm normal para motores diesel.

Boro y Na: Proviene del refrigerante en el radiador e indican contaminación del aceite proveniente de escapes del refrigerante.

Fósforo, Zinc, Calcio, Bario y Magnesio: Son componentes de norma de los aditivos de aceite.

Agua: Resulta significativo cuando se llega a un nivel de 0.5% (500 ppm). Estos son valores medios y los laboratorios tienen informaciones específicas que incluyen la mayoría de los fabricantes en el mundo.

Un buen análisis de aceite está en obtener una muestra representativa propiamente identificada. La muestra de aceite tiene que obtenerse estando caliente todavía el motor y siempre que sea posible inmediatamente después de parar el motor. Si esperamos demasiado, los metales pesados se asientan en el fondo en el cárter y la muestra no es representativa de las condiciones del aceite, siendo conducente a conclusiones erróneas.

Las muestras deben identificarse claramente e incluir información acerca del motor (número, serie, tipo, nombre, modelo, capacidad de aceite y tipo de combustible), el aceite (nombre y tipo, fecha cuando se cambió el aceite y el filtro, horas de servicio y kilómetros en el motor desde que se cambió el aceite, si se añadió más aceite desde el último cambio), aditivos del aceite (nombre, tipo cuánto y cuándo se añadieron), reparaciones (describa las reparaciones hechas y cuándo) e información del radiador (que refrigerante y aditivos se usaron). Incluya también la fecha en que se tomó la muestra, así como cualquier otro dato pertinente (Por ejemplo, la ruta de recorrido del camión puede ser importante –el desgaste del motor será más severo si el camión hace paradas frecuentes.

La combinación de aditivos eficientes, análisis periódicos del aceite, le permitirán reducir al mínimo los cambios de aceite sin perjudicar al motor; hacer reparaciones menores en vez de mayores, y programar una reparación completa de motor conservando el buen estado de muchas piezas móviles internas, eso es sabiendo cuando hay que rehabilitar el motor por necesitarse un trabajo completo de mantenimiento.

TRIBOLOGIA DEL ACEITE

Lubricación: Las superficies de contacto están separadas por un producto gaseoso, líquido o sólido. En los dos primeros casos, el fluido está sometido a la presión necesaria para mantener las superficies separadas. La presión puede producirse por un sistema externo de bombeo, lubricación hidrostática, o generarse en el mismo sistema debido a su particular geometría y condiciones de funcionamiento. Este sistema da lugar a la lubricación hidrodinámica y depende fundamentalmente de la viscosidad del fluido.

También se utilizan lubricantes sólidos como el grafito y el bisulfuro de molibdeno así como productos visco plásticos (grasas) obtenidos al espesar un aceite mineral o sintético con un jabón normalmente metálico.

Rodamientos y rodillos: Las superficies se separan interponiendo bolas o rodillos o bien piezas porosas autolubrificantes. La gran variedad de rodamientos y rodillos usados en la industria evidencia el valor de esta solución.

Tratamientos y recubrimientos de materiales: Modificación de las propiedades físicas de los materiales en contacto y/o de sus superficies mediante tratamientos térmicos (temple, cementación, nitruración) o con aportación de elementos metálicos, químicos o plásticos.

Definiciones básicas

Fricción: Resistencia al movimiento que se experimenta un cuerpo sólido al deslizar sobre otro. La resistencia, que es paralela a la dirección del movimiento, se llama fuerza de rozamiento.

Desgaste: Daño que sufren las superficies cargadas, en movimiento relativo, acompañado **de pérdida de material.**

Esfuerzo: Fuerza exterior aplicada al sistema. El sistema de fuerzas aplicado a una superficie se reduce a una resultante general y a un par. La resultante produce variaciones en la longitud, tracción y compresión, mientras que el par modifica la curvatura, flexión y torsión.

Tensión: Reacción del sistema a los esfuerzos externos. Las tensiones normales, las producen esfuerzos normales a la sección y las tensiones tangenciales o de cizalladura, se deben a esfuerzos tangenciales a la sección.

Deformación elástica: La que es reversible y sin pérdida de energía. Se produce desde la ausencia de esfuerzo hasta el límite elástico. Responde a Ley de Hooke: las deformaciones son proporcionales a los esfuerzos.

Deformación plástica: La que se produce una vez superado el límite elástico. Es irreversible y va asociada a una disipación de energía.

Límite de fluencia: Valor de la fuerza por unidad de superficie que marca el límite del dominio plástico.

Límite elástico: Valor máximo de fuerza por unidad de superficie para el cual la deformación permanente no supera el valor predeterminado del 2%.

Carga de rotura: Valor mínimo de la fuerza por unidad de superficie con el que se rompe la pieza.

Dureza: Capacidad de resistir la penetración superficial. El ensayo consiste en medir la huella producida por un estilete de punta esférica de acero (Brinell HB) o de diamante (Rockwell-C HRC). Para los materiales férricos existe una buena correlación entre dureza y resistencia a la tracción.

Superficies conformes: Son las que encajan una en la otra con un alto grado de similitud geométrica. La carga se reparte en una superficie relativamente amplia como ocurre en los rodamientos de manguito.

Superficies disconformes: Son aquellas en las que por razón de su geometría el contacto se realiza en un área relativamente reducida, como ocurre en los rodamientos de bolas.

Reología: Estudio de las leyes que rigen el comportamiento de los cuerpos deformables, viscosidad, plasticidad, elasticidad y el flujo o movimiento de la materia.

Histéresis: Falta de coordinación entre dos procesos interrelacionados, el retardo en la evolución de un fenómeno con relación al otro. Debido a la histéresis la evolución de un proceso físico depende de la historia del mismo de forma que el estado del sistema depende de la causa que produce la modificación y de los valores alcanzados

en procesos análogos anteriores. Debido a la histéresis elástica se produce una falta de coincidencia entre las curvas de extensión y contracción en los diagramas que muestran la correlación entre esfuerzo y deformación de la materia elástica.

Módulo elástico o de Young, E: Relación entre el esfuerzo a tracción, aplicado a un cuerpo y el alargamiento unitario que le produce, en la zona de deformación elástica.

Coefficiente de Poisson, μ : Relación entre la contracción unitaria, S , y el alargamiento unitario, L , producidos en un cuerpo sometido a esfuerzo de tracción, en la zona de deformación elástica.

Sistema tribológico; Parámetros Básicos

Un sistema es un conjunto de elementos interconectados por su estructura y función.

El más simple de los sistemas tribológicos es el formado por dos sólidos, elementos 1 y 2, un agente lubricante y el entorno. Para definir completamente el sistema tendremos que referirnos a las propiedades de cada elemento y sus funciones.

Los tribosistemas que nos encontramos en aplicaciones de ingeniería desde el punto de vista funcional se pueden clasificar de forma general en uno de los siguientes grupos:

Transmisión: guiado, acoplamiento, control, paro e inhibición de movimiento, fuerza, energía mecánica y potencia, rodamientos, juntas, engranajes, embragues, pernos, frenos, etc.

Transporte y control de flujo: tuberías, rueda, raíl, neumático, carretera, válvulas, cierres, etc.

Mecanizado: conformado, maquinado y desgarro de materiales, prensado, torneado, fresado, etc.

Generación y transmisión de información: cabezales de impresora, dispositivos magnéticos de grabación, etc.

Vamos a intentar definir un ensayo tribológico de laboratorio con la intención de ver todas las características y factores que le afectan. Nos permitirá obtener una visión general de la tribología y seleccionar las variables en las que podemos influir en situaciones reales.

Para entender el alcance del ensayo tribológico lo compararemos con un ensayo mecánico. En los ensayos mecánicos la resistencia del material, expresada en unidades de fuerza por sección, se determina aplicando ciertos esfuerzos como tracción, compresión, desgarro, torsión o flexión. Los resultados obtenidos se consideran propiedades intrínsecas del material y se les puede aplicar la ley de semejanza, según la cual, los resultados obtenidos en una probeta son aplicables a otras de dimensiones diferentes, si son semejantes en forma.

Básicamente dependen de dos grupos de parámetros:

Parámetros materiales: composición, micro estructura y geometría de la probeta.

Parámetros operacionales: tipo de esfuerzo, carga, temperatura, velocidad de deformación.

Si comparamos el ensayo mecánico, para obtener datos de resistencia, con el ensayo tribológico para obtener datos de fricción y desgaste, fig. 73, vemos que en éste hay

que considerar numerosas características y factores. La fricción y el desgaste no son propiedades intrínsecas de los materiales, sino que hay que referirlos al sistema tribológico completo, normalmente los materiales que interaccionan y el lubricante interpuesto.

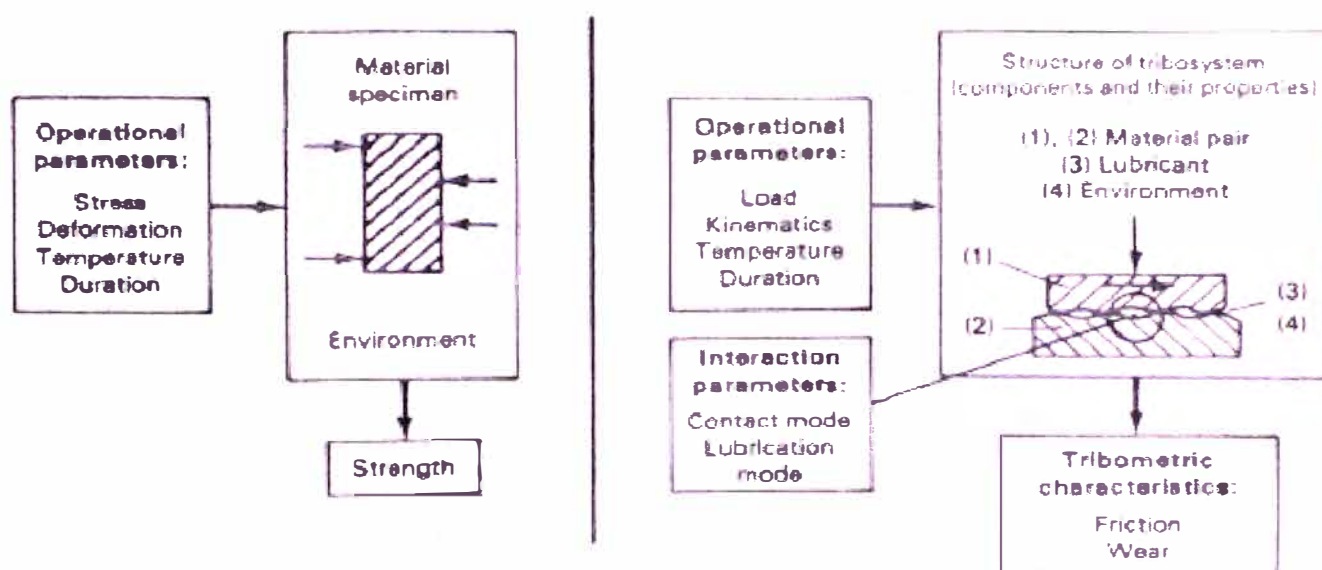


Fig. 73 i. Características de ensayos de resistencia de materiales y tribológicos.

En el ensayo de un sistema material/material (fricción seca) o de un sistema material/lubricante/material (fricción lubricada), la resistencia al movimiento, fricción, o la resistencia al daño de la superficie, desgaste, viene determinada por el tipo de movimiento, rodadura o deslizamiento.

Los resultados obtenidos hay que entenderlos asociados con un tercer grupo de parámetros:

Parámetros estructurales (materiales): las propiedades físicas, químicas y tecnológicas de los componentes (materiales, lubricante, y entorno) involucrados en el ensayo.

Parámetros operacionales: son la carga, cinemática, condiciones de temperatura y la duración.

Parámetros interaccionales: caracterizan la acción de los parámetros operacionales sobre los componentes estructurales del sistema y definen sus modos de contacto y lubricación.

Parámetros estructurales (materiales)

El análisis de los parámetros estructurales debe identificar los componentes involucrados en un sistema tribológico. En cualquier situación de fricción y desgaste, están involucrados cuatro tribocomponentes: los triboelemento 1, triboelemento 2, el elemento interpuesto y ambiente, por ejemplo lubricante o partículas de polvo y el medio ambiente, por ejemplo aire o atmósfera corrosiva.

Atendiendo a su estructura, los tribosistemas se pueden clasificar en:

Cerrados: los tribocomponentes se encuentran continuamente involucrados en la fricción y el desgaste

Abiertos: existe un flujo de material hacia y desde el sistema, por ejemplo sistemas de fabricación por mecanizado o moldeado. Suelen ser difíciles de caracterizar.

En la fig. 74 se muestran elementos estructurales y las correspondientes configuraciones simplificadas de ensayo de los ejemplos tabulados a continuación:

| Tribosistema | Elemento 1 | Elemento 2 | Elem. interpuesto | Ambiente |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------------|----------|
| Caja de engranajes | Engranaje 1 | Engranaje 2 | Aceite | aire |
| Rueda/rail | Rueda | Rail | Humedad | aire |
| Guía de deslizamiento | Guía | Soporte | Grasa | aire |
| Cojunte | Casquillo | Eje | Lubricante | niebla |
| Excavadora | Pala | Tierra | --- | polvo |
| Molino | Rueda | Mandíbula | Mineral | aire |

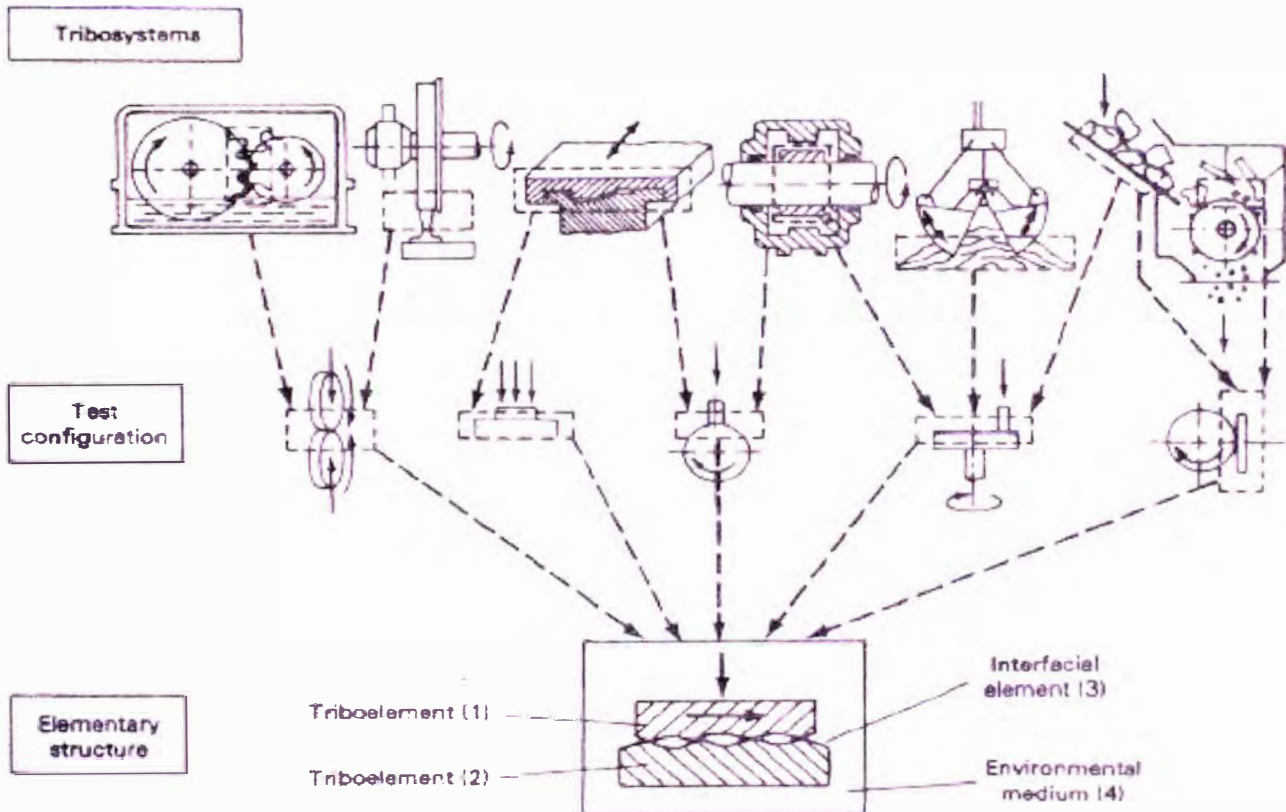


Fig. 74 Configuración de ensayo y estructura elemental de tribosistemas.

Los parámetros estructurales de los tribosistemas cerrados se pueden clasificar la mayoría de las veces en dos grupos. En el primero se incluyen los parámetros que dependen de los triboelementos 1 y 2:

Parámetros químicos: como la composición de la capa superficial, de las capas más internas, subcapas y la composición del núcleo.

Parámetros físicos: como la conductividad térmica.

Parámetros mecánicos: el módulo de elasticidad, dureza, y fragilidad, etc.

Parámetros geométricos: geometría, dimensiones, y topografía de superficie.

Parámetros microestructurales: tales como el tamaño del grano, densidad de dislocación, y energía de adherencia.

En el segundo grupo se engloban los que dependen del elemento interpuesto y el medio ambiente:

Propiedades químicas: composición, contenido de aditivos, acidez y humedad.

Propiedades mecánicas: viscosidad y características de viscosidad temperatura y viscosidad presión.

Propiedades de los elementos añadidos como el polvo, humedad, suciedad, etc.

2.5.- INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

Los instrumentos mas utilizados son el multímetro, el Amperímetro.



FIGURA N° 75

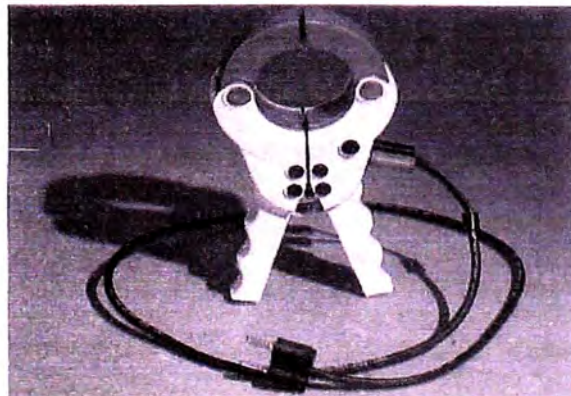


FIGURA N° 76

También los Evaluador de prueba del motor y del sistema hidráulico.



FIGURA N° 77

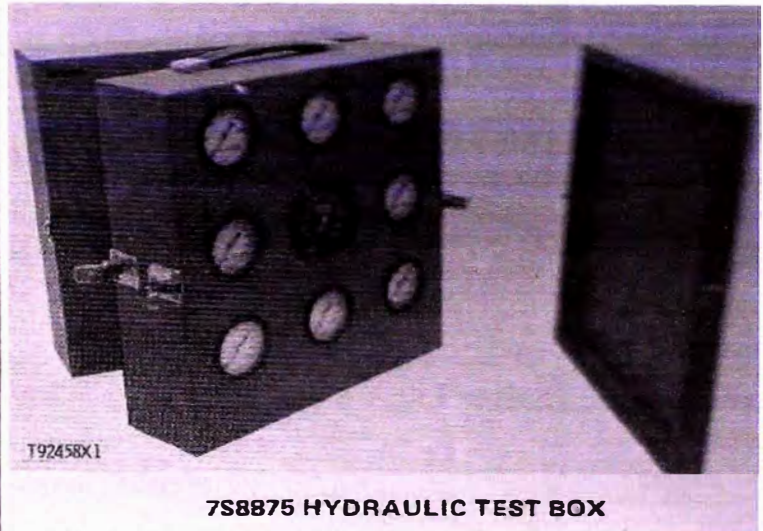


FIGURA N° 78

Los torquímetros para el ajuste preciso:



FIGURA N° 79

Las herramientas son las que se indican en la figura N° 80: juego de llaves, desarmadores, alicates, martillo, medidores de láminas, juego de dados, bomba manual hidráulica.

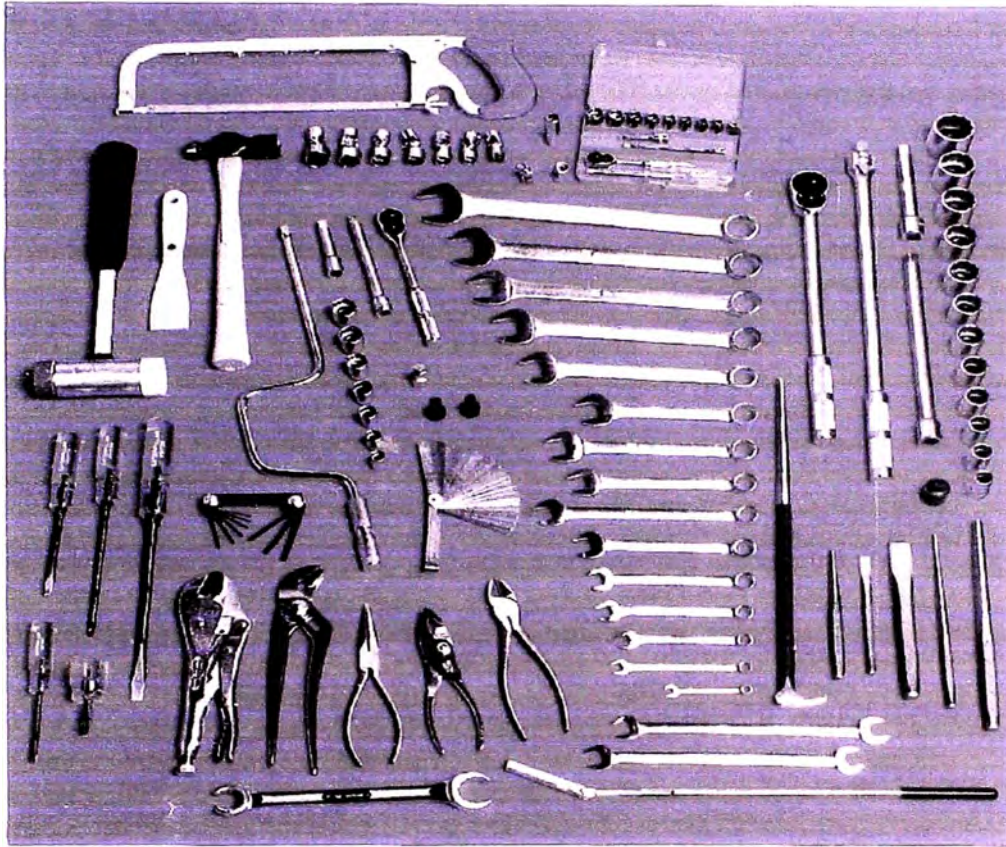


FIGURA N° 80

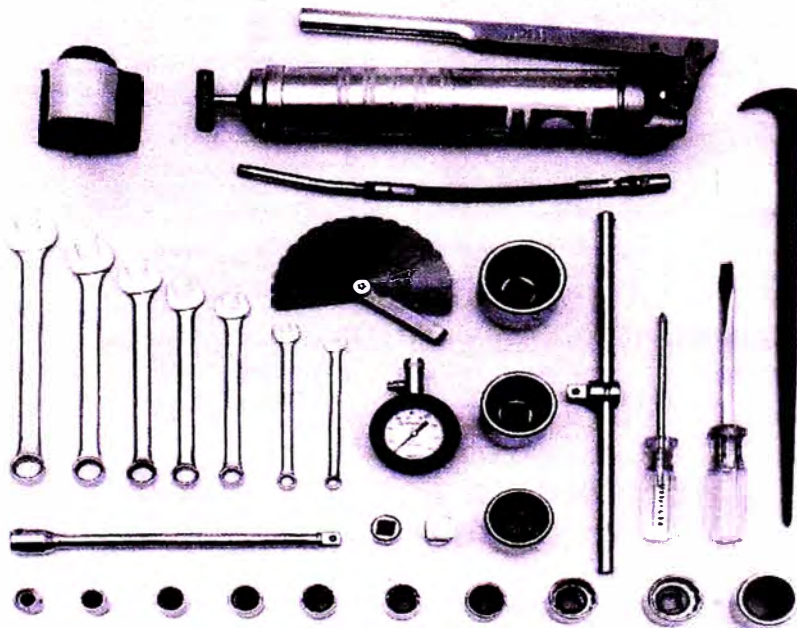


FIGURA N° 81

IMPLEMENTOS DE LAS MAQUINARIAS.-

Los implementos adaptan a las máquinas Caterpillar a los requisitos específicos de trabajo de los clientes. Los implementos de Caterpillar mejoran la productividad y utilidad de las máquinas mismas, equipándolas para realizar una amplia variedad de tareas y cumplir

Acopladores - Cargador

Los acopladores rápidos permiten que los cargadores cambien los implementos en segundos desde la cabina. Pase inmediatamente de un trabajo a otro intercambiando rápidamente los implementos; brazos para la manipulación de material, horquillas y una amplia variedad de cucharones se pueden instalar con igual facilidad. Se consiga el máximo rendimiento de cualquier cargador Cat con el sistema de acoplador rápido



FIGURA N° 82

Arados

Los arados Cat utilizan dientes de acero templado de alta fortaleza para romper el suelo y mezclar los tipos de suelo para conseguir así un rendimiento óptimo en una variedad de tareas de mantenimiento de jardines y áreas verdes.



FIGURA N° 83

Barrenas

Las barrenas de Caterpillar son la opción ideal para diversos trabajos de jardinería forestal. Permiten hacer fácil y eficazmente perforaciones para la colocación de postes y bases, y la plantación de arbustos y árboles.



FIGURA N° 84

Brazos para la manipulación de material

Los brazos para manipulación de material equipan a los cargadores y a los portaherramientas integrales Cat para realizar trabajos de manipulación de tuberías, estructuras de hormigón premoldeado y materiales similares. Los versátiles diseños proporcionan el máximo



FIGURA N° 85

Cepillos

Los cepillos hidráulicos Cat están equipados para realizar prácticamente cualquier trabajo de limpieza de terrenos. Se ofrecen opciones como orientación



FIGURA N° 86

Compactadores

Compactar de acuerdo a las especificaciones es muy importante para aplicaciones de suelos, rellenos sanitarios y pavimentación. Los Compactadores Cat están específicamente diseñados para todo tipo de operación de compactación.



FIGURA N° 87

Cortadores de asfalto

Los cortadores de asfalto cortan el asfalto rápida y fácilmente y permiten equipar a los cargadores Cat para realizar la mayoría de los trabajos de reparación de carreteras y servicios públicos.

**FIGURA N° 88**

Cucharones - Cargador

Utilice la potencia de los cargadores de ruedas, cargadores de cadenas y portaherramientas integrales Cat. Los cucharones, de diseño específico, pueden trabajar con diferentes materiales, desde fertilizante y madera troceada hasta roca y escoria. Se ofrecen cucharones para cargador que adaptan los cargadores Cat a cualquier trabajo, en cualquier lugar y en cualquier momento.

**FIGURA N° 89**

Desgarradores

El desgarrador se usa para romper suelo duro y hielo en la penetración del suelo. Se adapta perfectamente a los trabajos de tendido de tuberías y excavación de zanjas.

**FIGURA N° 90**

Escarificadores

Los escarificadores frontales están diseñados para una gran variedad de aplicaciones de preparación de terrenos.



FIGURA N° 91

Gancho de levantamiento

Los ganchos para levantamiento de Caterpillar han sido diseñados para levantar y colocar objetos y equipo portátil en aplicaciones de construcción de edificios, fontanería e ingeniería civil.



FIGURA N° 92

Garfios

Los garfios de Caterpillar reemplazan al cucharón en las excavadoras de Caterpillar, convirtiéndolas en la máquina ideal para la manipulación de materiales sueltos, clasificación de residuos y limpieza de material de demolición. Se ofrece una serie de estilos y tamaños que adaptan las excavadoras a cualquier trabajo.



FIGURA N° 93

Grupos de levantamiento

Los grupos de levantamiento permiten a las motoniveladoras Cat conectar diversos implementos de montaje delantero como hojas en V, hojas orientables y hojas rectas.



FIGURA N° 94

Hojas

Desde el trabajo en rellenos sanitarios hasta las labores en centrales energéticas u obras de construcción, las hojas Cat permiten equipar a tractores de cadenas, tractores de ruedas, cargadores de cadenas y portaherramientas integrales, con herramientas diseñadas específicamente para cada trabajo. Las hojas Cat proporcionan la mejor productividad y el máximo rendimiento.

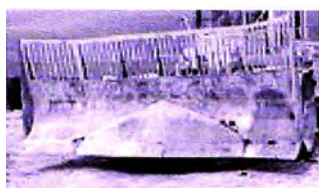


FIGURA N° 95

Horquillas - Cargador

La flexibilidad es el sello distintivo de los cargadores de ruedas Cat, y las horquillas para cargadores Cat son un componente clave. Desde la amplia variedad de horquillas para paletas hasta las configuraciones forestales especializadas, se ofrecen horquillas para cargadores para diferentes trabajos. Es importante siempre Maximice el rendimiento de su cargador.



FIGURA N° 96

Pulgares

Los pulgares Cat multiplican la capacidad de su excavadora. Esta altamente versátil herramienta trabaja junto con el cucharón para transformar una excavadora en una máquina versátil de manipulación de material.



FIGURA N° 97

Pulverizadores

Los pulverizadores Cat son ideales para las aplicaciones de demolición rápida sin explosivos. Los diseños de alto rendimiento hacen un buen trabajo en edificios, silos, contrafuertes de puentes y otras estructuras de hormigón.



FIGURA N° 98

Rastrillos

Con dientes de acero estructural para mayor resistencia y durabilidad. Los rastrillos Cat se ofrecen en modelos para excavadora, cargador y tractores de cadenas.



FIGURA N° 99

Sierras

Las sierras de ruedas de Caterpillar son ideales para el corte de parches de asfalto, juntas de expansión de carretera y zanjas de servicios públicos



FIGURA N° 100

Soplanievas

Diseñados para quitar nieve de calles, estacionamientos, caminos y aceras, los soplanievas Cat son ideales para diversas aplicaciones de limpieza y mantenimiento en invierno.



FIGURA N° 101

Tolvas

La tolva de descarga frontal de Caterpillar tiene un diseño tipo contenedor para la recogida y desecho de escombros y todo tipo de residuos en las obras.



FIGURA N° 102

Martillos

Los martillos Cat se adaptan con precisión a los sistemas hidráulicos de las excavadoras, retroexcavadoras cargadoras y equipo compacto Cat para ofrecer un rendimiento y una durabilidad excelentes en una amplia variedad de aplicaciones. Los martillos de Caterpillar tienen el respaldo total de los sistemas de soporte al producto de Caterpillar. La variedad de tamaños y opciones de implemento hacen de los martillos Cat la opción ideal para la demolición de hormigón, demolición de roca de tamaño grande, rotura de suelo helado o duro y excavación de zanjas.



FIGURA N° 103

Perfiladoras de pavimento en frío

Las perfiladoras de pavimento en frío Cat para mini cargadores eliminan el pavimento desgastado o deteriorado según las especificaciones de nivelación y

pendiente, reparan baches, surcos y otras imperfecciones, y dejan la superficie con una textura que permite abrir la carretera al tráfico inmediatamente o comenzar los trabajos de asfaltado.



FIGURA N° 104

Sanjadoras

Las Sanjadoras para minicargadores Cat han sido diseñadas para excavar zanjas estrechas y rectas en el terreno para introducir conductos para cables eléctricos, telefónicos y de televisión, o tuberías de agua o gas.



FIGURA N° 105

CAPITULO III

GUIA DE DIAGNOSTICOS DE FALLAS Y VALORIZACIÓN

3.1.- CAUSAS DE FALLAS MECANICAS

GUÍA DE ALTERNATIVA DE FALLAS DE MOTORES DIESEL

Elaborado para facilitar un diagnóstico de fallas, para ello se ha dividido en cinco grupos, según las dificultades que presente el motor.

En un principio se puede asignar la causa de la falla a uno de los cinco sistemas básicos del motor.

Sistema de admisión y escape

Sistema de enfriamiento

Sistema de lubricación

Sistema de combustible

Sistema de arranque eléctrico y pares de emergencia

Esta guía no indica la secuencia correcta para efectuar el diagnóstico del Motor.

DIFICULTADES EN UN MOTOR EN GENERAL

El motor no gira ó gira muy lento cuando se acciona el botón de arranque.

El motor no arranca.

El motor se sobreacelera al arrancar. Arranque disparejo.

La velocidad del motor es muy baja.

Falta de potencia.

La velocidad es inestable. Cambios repentinos.

Fallas de encendido ó funcionamiento rugoso.

Demanda vibración.

Golpe metálico en el motor.

El motor se cala a bajas velocidades.

No se puede apagar el motor a través del gobernador ó el control remoto.

Desgaste prematuro del motor. Análisis de muestra de aceite.

DIFICULTADES EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Golpeteo del tren de válvulas. Cliqueo.

Sonido estrepitoso del tren de válvulas.

Válvulas con poco ó nada de luz.

Demasiada luz de válvulas.

El rotador ó el seguro de válvulas están sueltos.

Alta presión de aceite en el carter.

Baja presión de aceite en el carter.

Presencia de aceite en el escape.

Demasiado humo negro ó gris.

Demasiado humo blanco o azul.

Alta temperatura de gases de escape.

DIFICULTADES EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Pérdida de refrigerante.

Presencia de aceite en el sistema de enfriamiento.

Recalentamiento del motor por el refrigerante.

DIFICULTADES EN EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Refrigerante en el aceite.

Baja presión de aceite.

Alta presión de aceite.

Excesivo consumo de aceite.

DIFICULTADES EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Excesivo consumo de combustible.

Golpeteo fuerte de combustión.

CAUSAS PROBABLES DE LAS DIFICULTADES EN UN MOTOR

I.- EL MOTOR NO GIRA Ó GIRA MUY LENTO CUANDO SE ACCIONA EL BOTON DE ARRANQUE

La batería tiene bajo voltaje ó no funciona.

Revisar, interruptores, cables ó las conexiones en el circuito del interruptor se encuentran dañados

Cable o conexiones de la batería al arrancador deteriorado.

Solenoides del arrancador dañados.

Arrancador dañado ó mal regulado en el caso de neumático.

Presión ó caudal de aire insuficiente (arrancador neumático).

Defecto en el interruptor de presión de aceite o para la bomba de prelubricación.

Falla de la bomba de prelubricación.

Aceite demasiado viscoso (giro lento)

Sobrecarga externa al motor.

Piñón de arranque o engranaje de la volante dañado.

Problemas internos del motor (amarramiento de piezas móviles).

II.- EL MOTOR NO ARRANCA

Se presenta dos casos:

II.1.- EL VARILLAJE DEL GOBERNADOR NO SE MUEVE

Mal regulado la mínima en el gobernador.

Control del pare automático se encuentra accionado.

Solenoide del pare pegado en posición de apagado.

Solenoide del pare energizado en posición de apagado durante el arranque.

Baja presión de aceite en el gobernador.

II.2.- EL VARILLAJE DEL GOBERNADOR SI SE MUEVE

Baja velocidad de giro de arranque (Ver también ítem. I).

Temperaturas extremas frías.

Filtro de aire obstruido.

Luz de válvulas inapropiado.

Contrapresiones de gases de escape excesivos.

No hay compresión en uno ó más cilindros.

No hay combustible.

No llega combustible a los inyectores.

Presencia de aire en el sistema de combustible.

Filtro de combustible obstruido.

Baja presión de combustible.

Mala calidad del combustible (formación de ceras).

No funcionan las bujías incandescentes.

Líneas de combustible sucias o rotas.

Inyectores deteriorados.

Motor fuera de punto.

Control de la relación aire/combustible defectuoso.

El resorte de exceso de combustible no se encuentra instalado.

El varillaje de la bomba de inyección se encuentra suelto.

III.- EL MOTOR SE SOBREACELERA AL ARRANCADOR

Varillaje del control de combustible en el gobernador se encuentra mal conectado ó con restricciones.

Regulación alta en vacío incorrecta.

Mal regulado la compensación en el regulador.

El aceite usado en el gobernador hidráulico no es el adecuado (usar aceite SAE -30).

Aceite sucio en el gobernador hidráulico.

El gobernador esta mal conectado al comando.

IV.- LA VELOCIDAD DEL MOTOR ES MUY BAJO

El limitador de velocidad interfiere con la cremallera, o alguna otra restricción a la cremallera.

Regulación de la velocidad alta en vacío se encuentra muy bajo.

Caída de velocidad inapropiada.

Contrapesos ó resorte de gobernador en mal estado ó inapropiado.

Regulación de combustible muy bajo.

V.- FALTA DE POTENCIA

Exceso de carga.

Varillaje del regulador.

Filtro de aire sucio.

Alta temperatura del aire de admisión, ver altura s. n. m.

Fugas en el sistema de admisión.

Turboalimentador con depósito de carbón u otra causa de fricción.

Luz de válvulas incorrecto.

Posenfriador deficiente.

Filtro de combustible obstruido.

Aire en el sistema de combustible.

Combustible de mala calidad

Presión baja de combustible.

Alta temperatura de combustible,

Velocidad alta en vacío, se encuentra baja.

La válvula de purga de combustible permanece abierta.

Motor fuera de punto.

Defectos en los inyectores.

Regulación del combustible muy baja.

Control de la relación de combustible defectuoso ó mal regulado.

Desgaste de las bombas de inyección.

VI.- LA VELOCIDAD ES INESTABLE. CAMBIOS REPENTINOS

Varillaje del gobernador doblado, desgastado ó atascado.

Ajuste neumático de velocidad, dañado.

Aceite con aire en el gobernador.

Bajo nivel de aceite en el gobernador.

Aceite sucio en el gobernador.

Ajuste incorrecto de la compensación del gobernador.

Regulación negativa de la velocidad (que incrementa las rpm con la carga).

Se atasca el pistón de potencia en el gobernador.

Resorte del gobernador rendido ó inapropiado.

Desgaste del gobernador.

Baja presión de aceite en el gobernador.

Revisar válvula de alivio del gobernador.

Bomba del gobernador dañada.

Fugas en el sistema de admisión de aire.

Depósitos en el turboalimentador u otras causas de fricción.

Mal ajuste de válvulas.

Aire en el sistema de combustible fallas en la combustión (ver también ítem VII).

Baja presión de combustible.

Mala calidad de combustible.

Válvula de purgado constante atascado.

Regulación del combustible muy bajo.

Motor fuera de punto.

Unidad de avance no funciona bien.

Defecto en los inyectores ó en las bombas de inyección.

Instalación incorrecta de las bombas de inyección.

Atascamiento de la cremallera.

Resorte de torsión del eje de accionamiento de los manguitos se encuentra roto.

VII.- FALLAS DE ENCENDIDO – FUNCIONAMIENTO RUGOSO

Mal ajuste de válvulas.

Pérdida de compresión.

Árbol de balancines dañados.

Varillas empujadoras dobladas.

Sincronización del árbol de levas.

Aire en el sistema de combustible.

Baja presión de combustible.

Válvula de purgado constantemente abierto.

Fuga de combustible en el lado de alta presión.

Combustible con alto punto de enturbamiento.

Motor fuera de punto.

Unidad de avance automático defectuoso.

Inyectores deteriorados.

Fallas en la bomba de inyección.

VIII.- DEMASIADA VIBRACIÓN

Amortiguador de vibraciones suelto o dañado.

Polea dañada.

Soportes del motor defectuosas.

Revisar acoplamiento del motor .

Equipo acoplado se encuentra desalineado ó desbalanceado.

Ventilador desbalanceado.

Fallas de encendido ó funcionamiento rugoso (ver también ítem VII).

IX.- GOLPE METÁLICO EN EL MOTOR

Falla de los metales de biela ó bocinas de la biela.

Falla en los piñones de sincronización.

Falla del cigüeñal.

Defecto en algún accesorio.

X.- EL MOTOR SE CALA A BAJAS RPM

Revisar accesorios del motor.

Presión de combustible bajo.

Las rpm alta en vacío muy bajo.

Defectos en los inyectores ó en la bomba de inyección.

XI.- EL MOTOR NO SE PUEDE APAGAR A TRAVÉS DEL GOBERNADOR

Solenoides de paro, defectuosos.

Conexiones eléctricas, defectuosas.

La señal hidráulica ó neumática del paro es muy débil.

XII.- DESGASTE PREMATURO DEL MOTOR

Fugas en el sistema de admisión de aire ó filtro de aire roto.

Suciedad del aceite.

Baja presión de aceite. (ver también ítem XXVII).

Presencia de pase de combustible al sistema de lubricación.

XIII.- GOLPETEO DEL TREN DE VÁLVULAS

Demasiada luz de válvulas.

Seguro de válvulas sueltas ó rotas.

Resortes de válvulas vencidos ó rotos.

Válvulas y asientos dañadas.

Árbol de balancines y/o balancines. Defectuosos.

Puente del árbol de levas, dañados.

Árbol de levas dañado.

Varillas y levantadoras dañadas.

Falta de lubricación.

XIV.- SONIDO ESTREPITOSO DEL TREN DE VÁLVULAS

Resortes de válvulas vencidos.

Árbol de levas, dañado.

Los levantadores, dañados.

El puente de válvulas, dañados.

XV.- VÁLVULAS CON POCO Ó NADA DE LUZ

Desgaste en la cara de las válvulas ó en el asiento.

XVI.- DEMASIADA LUZ DE VÁLVULAS

Mala regulación de válvulas.

Balancín gastado en el lado de contacto con la válvula o del puente.

Extremo de vástago de la válvula, gastado.

Puente gastado.

Varillas de empuje, gastado.

Buzos levantadores gastados.

Desgaste severo de las levas.

XVII.- EL ROTADOR Ó EL SEGURO DE VÁLVULAS GASTADOS

Seguros dañados.

Reportes dañados.

Válvula rota.

XVIII.- ALTA PRESIÓN DE ACEITE EN EL CÁRTER

Respiradero tapado.

Desgaste excesivo de anillos y camisetas.

Pistón rajado ó tapón térmico, defectuoso.

Tuerca floja del inyector.

El retorno de aceite del turbo, dañado.

Guías de válvulas de escape desgastados (todos los motores).

Guías de válvulas de admisión desgastados (solo motores turbo).

Diafragma de la relación aire combustible, roto.

Bujías incandescentes flojas.

Compresor de aire, malogrado.

Rajadura de culata.

XIX.- BAJA PRESIÓN EN EL CARTER

Respiradero mal instalado.

Filtro de aire obstruido.

XX.- PRESENCIA DE ACEITE EN EL ESCAPE

Motor funcionando en vacío por mucho tiempo.

Fugas por el sello de la turbina.

Guías de válvulas gastadas.

Anillos y/o camisetas gastadas.

Demasiado aceite en el compartimiento de las válvulas.

XXI.- DEMASIADO HUMO NEGRO O GRIS

Altitud excesiva.

Motor sobrecargado.

Filtro de aire sucio.

Restricciones o deterioros en la tubería de admisión.

Restricción en el sistema de escape.

Luz de válvulas inapropiada ó sopladura.

Mala regulación ó daños en el control de la relación de combustible.

Motor fuera de punto.

Combustible de baja calidad.

Ajuste inadecuado del combustible.

Inyectores dañados.

XXII.- DEMASIADO HUMO BLANCO Ó AZUL

Válvulas de admisión mal instaladas ó dañadas.

Desgastes en guías de válvulas.

Anillos desgastados ó mal instalados.

Desgastes de camisas.

Falla en el sello del turboalimentador.

Demasiado aceite en el motor.

Fallas de encendido ó funcionamiento rugoso (ver ítem VII).

Fuera de punto (presencia de humo blanco).

XXIII.- ALTA TEMPERATURA DE GASES DE ESCAPE

Carbonización ó daño en el turboalimentador.

Fugas en el sistema de admisión / escape.

Obstrucción en el sistema de admisión / escape.

Motor fuera de punto.

XXIV.- PÉRDIDA DE REFRIGERANTE

Sobrecalentamiento del motor.

Fugas en la empaquetadura de culata.

Fisuras en la culata ó en el block.

Fugas en las mangueras ó conexiones.

Fugas en el radiador ó tanque de expansión.

Fugas en el calentador de agua auxiliar.

Fugas en los intercambiadores.

Fugas en la bomba de agua.

Válvula de alivio ó tapa presurizadora, dañada.

Mal dimensionado el sistema de enfriamiento.

XXV.- PRESENCIA DE ACEITE EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Defecto en el núcleo del enfriador de aceite.

Falla de la empaquetadura de culata ó sellos de agua.

XXVI.-RECALENTAMIENTO DEL MOTOR

Alta temperatura ambiente.

Operación a gran altura.

Exceso de carga al motor.

Restricción en el sistema de admisión/escape.

Poco refrigerante, fugas.

Mangueras deterioradas.

Defecto en el indicador de temperatura.

Restricción al paso del aire por el radiador.

Baja velocidad del ventilador, correas flojas.

Restricción al paso del agua por el radiador e intercambiador.

Gases de combustión, vapor o aire en el refrigerante.

Defecto en la tapa del radiador (Baja presión).

Obstrucción en la línea de derivación.

Defecto en los termostatos.

Defecto en la bomba de agua.

Baja capacidad de enfriamiento.

Demasiada carga térmica en los intercambiadores del convertidor ó del sistema hidráulico.

Rpm. alta en vacío muy bajo.

Motor fuera de punto.

XXVII.- REFRIGERANTE EN EL ACEITE

Falla en el enfriador de aceite.

Falla en los sellos de las camisas.

Fisura ó defecto en las camisas.

Falla de la empaquetadura de culata ó ductos de agua.

Fisura ó defecto de la culata.

Fisura o defecto del Block.

XXVIII.- BAJA PRESIÓN DE ACEITE

Excesivo juego entre el árbol de balancines y balancines.

Bajo nivel de aceite.

Defecto en el manómetro de aceite ó en el sensor.

Revoluciones bajas del motor.

Filtro de aceite ó el enfriador sucios u obstruidos.

Presencia de combustible en el aceite, baja viscosidad del aceite.

Tubo de succión de la bomba de aceite con defecto.

Poco espacio entre la campana de succión y el carter.

Válvula de alivio abierto.

Defecto en la bomba de aceite.

Aereación en el sistema.

Excesivo juego en los metales de bancada.

Excesivo juego en las bocinas del árbol de levas.

Excesivo juego en el rodamiento del engranaje loco.

Mal instalado los jets directores ó tapones del cigüeñal.

XXIX.- ALTA PRESIÓN DE ACEITE

Viscosidad muy alta.

Válvula de alivio en la bomba de aceite trabada.

Bomba de mayor capacidad.

Manómetro defectuoso.

Rpm muy altas.

No se toma la presión en el lugar adecuado.

No se instalaron las válvulas de derivación.

XXX.- EXCESIVO CONSUMO DE ACEITE

Desgaste en el compresor de aire.

Excesivo aceite en el mecanismo de válvulas.

Guías de válvulas gastadas (admisión).

Falla del sello del turboalimentador.

Desgaste de anillos y camisas.

Excesivo aceite en el motor.

Fugas de aceite.

Alta temperatura de aceite, baja viscosidad.

Restricción en la admisión de aire.

Varillas equivocadas.

Respiradero del carter obstruido.

XXXI.- ALTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Sistema de combustible con fugas internas ó externas.

Ver también los ítems V, VII y XXXII.

XXXII.- GOLPETEO FUERTE DE COMBUSTIÓN

Combustible de mala calidad.

Inyección muy adelantada.

Goteo de los inyectores.

Defecto en la bomba de inyección.

Ver también los ítems VII.

3.2.- LISTA DE TIEMPOS HORAS / HOMBRES, POR COMPONENTES DE UNA MAQUINA

| LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES * | | | |
|--|---------------|--------------|-----------------------------------|
| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | ALTERNADOR DE CARGA |
| CAT | TODOS | TODAS | 2.60 |
| PERK | C63542 | TODAS | 2.60 |
| PERK | 4236 | TODAS | 2.60 |
| REMOVER E INSTALAR /REEMPLAZAR | | | ALTERNADOR DE CARGA |
| CAT | TODOS | | 1.50 |
| PER K | C63542 | TODAS | 1.50 |
| PER K | 4236 | TODAS | 1.50 |
| REPARACIÓN TOTAL | | | ALTERNADOR DE CARGA |
| CAT | TODAS | | 4.00 |
| PER K | C63542 | TODAS | 4.00 |
| PER K | 4236 | TODAS | 2.70 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | ARO DE RUEDA MOTRIZ SEGMENTADO |
| CAT | D3 | TODAS | 2.20 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.20 |
| CAT | D5 | TODAS | 2.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D7 | TODAS | 3.40 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 5.50 |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | ARRANCADOR ELECTRICO DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | TODAS | 2.10 |
| PER K | C63542 | TODAS | 2.10 |
| PER K | 4236 | TODAS | 2.10 |
| REMOVER E INSTALAR /REEMPLAZAR | | | ARRANCADOR ELECTRICO DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | | 1.30 |
| PER K | C63542 | TODAS | 1.30 |
| PER K | 4236 | TODAS | 1.30 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|--------------------------------|
| REPARACIÓN TOTAL | | | ARRANCADOR ELECTRICO DEL MOTOR |
| CAT | TODAS | | 5.10 |
| PER K | C63542 | TODAS | 5.10 |
| PER K | 4236 | TODAS | 3.40 |
| ALINEAR | | | BASTIDOR DE RODILLOS |
| CAT | D4 | TODAS | 10.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 10.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 11.90 |
| CAT | D7 | TODAS | 11.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 13.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 13.40 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BASTIDOR DE RODILLOS |
| CAT | D4 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D6 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D7 | TODAS | 9.70 |
| CAT | D8 | TODAS | 9.70 |
| CAT | D9 | TODAS | 12.80 |
| REPARACION TOTAL | | | BASTIDOR DE RODILLOS |
| CAT | D4 | TODAS | 36.10 |
| CAT | D5 | TODAS | 36.10 |
| CAT | D6 | TODAS | 36.10 |
| CAT | D7 | TODAS | 43.00 |
| CAT | D8 | TODAS | 50.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 50.40 |
| ALINEAR | | | BIELAS DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | TODOS | | 0.90 |
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | BOCINA DE BIELA |
| CAT | D330 | TODAS | 1.20 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 5.80 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|--------------------------------|--------|-------|--------------------------------|
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | BOCINA DE BIELA |
| CAT | D343 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D353 | TODAS | 8.80 |
| CAT | D379 | TODAS | 8.80 |
| CAT | D398 | TODAS | 8.80 |
| CAT | D399 | TODAS | 8.80 |
| CAT | 3208 | TODAS | 1.20 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3406 | TODAS | 2.90 |
| CAT | 3408 | TODAS | 2.90 |
| CAT | 3412 | TODAS | 2.90 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DE ACEITE DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | | 5.50 |
| PER K | C63542 | TODAS | 5.50 |
| PER K | 4236 | TODAS | 3.60 |
| REMOVER E INSTALAR /REEMPLAZAR | | | BOMBA DE AGUA DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | D3 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D330 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D334 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D342 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D343 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D348 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D349 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D353 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D379 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D398 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D399 | TODAS | 3.10 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|--------------------------------|--------|-------|--------------------------------|
| REMOVER E INSTALAR /REEMPLAZAR | | | BOMBA DE AGUA DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | D4 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D7 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D8 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 2.60 |
| CAT | V100 | TODAS | 0.90 |
| CAT | 12 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 14 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 16 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 422S | TODAS | 0.90 |
| CAT | 910 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 920 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 930 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 950 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 966 | TODAS | 1.30 |
| CAT | 980 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 988 | TODAS | 2.60 |
| PER K | C63542 | TODAS | 1.30 |
| PER K | 4236 | TODAS | 1.30 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DE AGUA DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | D330 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D333 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D334 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D342 | TODAS | 7.10 |
| CAT | D343 | TODAS | 7.10 |
| CAT | D348 | TODAS | 8.70 |
| CAT | D349 | TODAS | 8.70 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|--------------------------------|
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DE AGUA DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | D353 | TODAS | 7.10 |
| CAT | D379 | TODAS | 8.70 |
| CAT | D398 | TODAS | 8.70 |
| CAT | D399 | TODAS | 8.70 |
| CAT | D4 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D5 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D6 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D7 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D8 | TODAS | 7.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 7.10 |
| CAT | V100 | TODAS | 5.40 |
| CAT | 1150 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 12 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 14 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 16 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 3304 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 3306 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 422S | TODAS | 5.40 |
| CAT | 910 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 920 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 930 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 950 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 966 | TODAS | 4.80 |
| CAT | 980 | TODAS | 7.10 |
| CAT | 988 | TODAS | 7.10 |
| CAT | C63542 | TODAS | 3.90 |
| CAT | 4236 | TODAS | 2.60 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE CEBADO DEL PETROLEO |
| CAT | TODOS | | 0.60 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|--|
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DE CEBADO DEL PETROLEO |
| CAT | TODOS | | 1.30 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE DIRECCION DE CARGADORES FRONTAL |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE DIRECCION DE CARGADORES FRONTAL |
| CAT | TODOS | | 5.90 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE EMBRAGUES DE DIRECCION |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE EMBRAGUES DE DIRECCION |
| CAT | TODOS | | 5.90 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DE TRANSFERENCIA DEL PETROLEO |
| CAT | TODOS | | 0.70 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DE TRANSFERENCIA DEL PETROLEO |
| CAT | TODOS | | 3.80 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA DEL CONVERTIDOR DE TORQUE |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA DEL CONVERTIDOR DE TORQUE |
| CAT | TODOS | | 5.10 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA HIDRAULICA % MONTAGARGAS |
| CAT | N40 | TODAS | 4.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 4.50 |
| CAT | 422S | TODAS | 4.50 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA HIDRAULICA % MONTAGARGAS |
| CAT | N40 | TODAS | 7.30 |
| CAT | V100 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 422S | TODAS | 7.30 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | HVENTA |
|--|--------|-------|--|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA HIDRAULICA DE ENGRANAJES DE IMPLM |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA HIDRAULICA DE ENGRANAJES DE IMPLM |
| CAT | TODOS | | 7.30 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA HIDRAULICA DE PALETAS DE IMPLEMENT |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA HIDRAULICA DE PALETAS DE IMPLEMENT |
| CAT | TODOS | | 8.80 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | BOMBA HIDRAULICA DE PISTONES DE IMPLEMENT |
| CAT | TODOS | | 1.80 |
| REPARACION TOTAL | | | BOMBA HIDRAULICA DE PISTONES DE IMPLEMENT |
| CAT | TODOS | | 8.80 |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | BOMBA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE |
| CAT | TODOS | TODAS | 0.50 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMÁTICA % TALLE | | | CADENA SELL Y LUBRIC - LATERAL |
| CAT | D3 | TODAS | 8.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 9.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D6 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 26.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 43.60 |
| CAT | D8L | TODAS | 48.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 54.40 |
| CAT | D9L | TODAS | 58.90 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | CADENA SELLADA |
| CAT | D3 | TODAS | 34.50 |
| CAT | D4 | TODAS | 38.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 64.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 85.80 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---|--------|-------|------------------------|
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | CADENA SELLADA |
| CAT | D7 | TODAS | 107.70 |
| CAT | D8 | TODAS | 174.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 217.70 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CADENA SELLADA |
| CAT | D3 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D5 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D6 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.50 |
| RELLENAR CON SOLDAD AUTOMAT % TALLE | | | CAD. SELLADA Y LUBRICA |
| CAT | D3 | TODAS | 34.50 |
| CAT | D4 | TODAS | 38.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 64.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 85.80 |
| CAT | D7 | TODAS | 107.70 |
| CAT | D8 | TODAS | 174.40 |
| CAT | D8L | TODAS | 193.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 217.70 |
| CAT | D9L | TODAS | 235.60 |
| RELLENAR CON SOLD AUTOMAT % TALLE | | | CAD SELLADA LATERAL |
| CAT | D3 | TODAS | 8.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 9.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D6 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 26.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 43.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 54.40 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-------------------------------|--------|-------|-----------------------------|
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION |
| CAT | | TODAS | 2.60 |
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION |
| CAT | D330 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D334 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D342 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D343 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D353 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D379 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D398 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D399 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D7 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 120 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 130 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 14 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 140 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 16 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 910 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 920 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 930 | TODAS | 1.60 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-------------------------------|--------|-------|-----------------------------|
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION |
| CAT | 950 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 966 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 988 | TODAS | 1.60 |
| REPARACION TOTAL | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION |
| CAT | D330 | TODAS | 5.90 |
| CAT | D333 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D334 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D343 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D348 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D349 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D353 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D379 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D398 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D399 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D4 | TODAS | 5.90 |
| CAT | D5 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D9 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 12 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 120 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 130 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 14 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 140 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 16 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 3304 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 3306 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 910 | TODAS | 5.90 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|--|
| REPARACION TOTAL | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION |
| CAT | 920 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 930 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 950 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 966 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 988 | TODAS | 8.00 |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION Y GOBERNADOR |
| CAT | TODOS | TODAS | 2.60 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION Y GOBERNADOR |
| CAT | D330 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D333 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D334 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D342 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D343 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D348 | TODAS | 4.00 |
| CAT | D349 | TODAS | 4.00 |
| CAT | D353 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D379 | TODAS | 4.00 |
| CAT | D398 | TODAS | 4.00 |
| CAT | D399 | TODAS | 4.00 |
| CAT | D4 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D5 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D6 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D7 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 2.70 |
| CAT | 12 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 120 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 130 | TODAS | 3.10 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|--|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION Y GOBERNADOR |
| CAT | 14 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 140 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 16 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 3304 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 3306 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 422S | TODAS | 2.70 |
| CAT | 910 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 920 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 930 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 950 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 966 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 988 | TODAS | 3.50 |
| REPARACION TOTAL | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION Y GOBERNADOR |
| CAT | D3 | TODAS | 11.70 |
| CAT | D330 | TODAS | 11.70 |
| CAT | D333 | TODAS | 11.70 |
| CAT | D334 | TODAS | 12.40 |
| CAT | D342 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D343 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D348 | TODAS | 18.20 |
| CAT | D349 | TODAS | 18.20 |
| CAT | D353 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D379 | TODAS | 18.20 |
| CAT | D398 | TODAS | 18.20 |
| CAT | D399 | TODAS | 18.20 |
| CAT | D4 | TODAS | 11.70 |
| CAT | D5 | TODAS | 12.40 |
| CAT | D6 | TODAS | 12.40 |
| CAT | D7 | TODAS | 12.40 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-------------------------------|--------|-------|--|
| REPARACION TOTAL | | | CAJA DE BOMBAS DE INYECCION Y GOBERNADOR |
| CAT | D8 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 16.10 |
| CAT | V100 | TODAS | 3.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 120 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 130 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 14 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 140 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 16 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 3204 | TODAS | 11.70 |
| CAT | 3208 | TODAS | 11.70 |
| CAT | 3304 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 3306 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 3406 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 3408 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 3412 | TODAS | 18.20 |
| CAT | 518 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 814 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 824 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 910 | TODAS | 11.70 |
| CAT | 920 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 930 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 950 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 966 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 980 | TODAS | 12.40 |
| CAT | 988 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 992 | TODAS | 18.20 |
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | CAJA DE CAMBIOS MANUAL |
| CAT | D4 | TODAS | 21.20 |
| CAT | D5 | TODAS | 21.20 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|---|
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | CAJA DE CAMBIOS MANUAL |
| CAT | D6 | TODAS | 21.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 23.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 23.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 23.60 |
| REPARACIÓN TOTAL | | | CAJA DE CAMBIOS MANUAL |
| CAT | D4 | TODAS | 16.70 |
| CAT | D5 | TODAS | 16.70 |
| CAT | D6 | TODAS | 16.70 |
| CAT | D7 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 21.50 |
| CALIBRAR | | | CARRILERIA |
| CAT | TODOS | | 4.30 |
| MEDIR / CALIBRAR | | | CIGÜEÑAL DEL MOTOR DIESEL |
| CAT | TODOS | TODAS | 2.20 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DE CARGADOR FRONTAL |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DE CARGADOR FRONTAL |
| CAT | TODOS | | 8.90 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DE IMPLEMENTO AGRICOLA DEL TRACTOR |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DE IMPLEMENTO AGRICOLA DEL TRACTOR |
| CAT | TODOS | | 10.90 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DE INCLINACION |
| CAT | N40 | TODAS | 3.60 |
| CAT | V100 | TODAS | 3.60 |
| CAT | 422S | TODAS | 3.60 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|--|
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DE INCLINACION |
| CAT | N40 | TODAS | 5.40 |
| CAT | V100 | TODAS | 5.40 |
| CAT | 422S | TODAS | 5.40 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DE MOTONIVELADORA |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DE MOTONIVELADORA |
| CAT | TODOS | | 8.10 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DEL DESCARGADOR DEL ESCARIFICADOR |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DEL DESCARGADOR DEL ESCARIFICADOR |
| CAT | TODOS | | 8.50 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO DEL RIPPER |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO DEL RIPPER |
| CAT | TODOS | | 10.90 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CILINDRO HIDRAULICO DE BULLDOZER |
| CAT | TODOS | | 1.40 |
| REPARACION TOTAL | | | CILINDRO HIDRAULICO DE BULLDOZER |
| CAT | TODOS | | 7.30 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CONJUNTO DE VENTILADOR |
| CAT | D3 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D4 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 3.50 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|---------------------------|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CONJUNTO DE VENTILADOR |
| CAT | D6 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.50 |
| CAT | N40 | TODAS | 3.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 0.90 |
| CAT | 12 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 120 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 130 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 14 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 140 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 16 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 225 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 235 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 245 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 422S | TODAS | 0.90 |
| CAT | 518 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 528 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 814 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 815 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 824 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 825 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 910 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 920 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 930 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 950 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 966 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 980 | TODAS | 3.50 |
| CAT | 992 | TODAS | 3.50 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------|--------|-------|------------------------|
| REPARACION TOTAL | | | CONJUNTO DE VENTILADOR |
| CAT | D3 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D4 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D5 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 5.20 |
| CAT | D9 | TODAS | 5.20 |
| CAT | N40 | TODAS | 5.20 |
| CAT | V100 | TODAS | 3.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 120 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 130 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 14 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 140 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 16 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 225 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 235 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 245 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 422S | TODAS | 3.60 |
| CAT | 518 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 528 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 814 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 815 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 824 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 825 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 910 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 920 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 930 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 950 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 966 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 988 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 992 | TODAS | 5.20 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|------------------------------------|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CONVERTIDOR/DIVISOR DE TORQUE |
| CAT | D5 | TODAS | 14.00 |
| CAT | D6 | TODAS | 14.00 |
| CAT | D7 | TODAS | 14.00 |
| CAT | D8 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D9 | TODAS | 15.90 |
| CAT | V100 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 422S | TODAS | 7.30 |
| CAT | 910 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 920 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 930 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 950 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 966 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 980 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 988 | TODAS | 15.90 |
| REPARACION TOTAL | | | CONVERTIDOR / DIVISOR DE TORQUE |
| CAT | D5 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D6 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 21.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 24.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 24.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 14.50 |
| CAT | 422S | TODAS | 14.50 |
| CAT | 910 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 920 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 930 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 950 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 966 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 980 | TODAS | 19.80 |
| CAT | 988 | TODAS | 19.80 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|--------------------------------------|--------|-------|-----------------|
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | CULATA COMPLETA |
| PER K | C63542 | TODAS | 2.70 |
| PER K | 4236 | TODAS | 2.70 |
| PRUEBA PARA UBICAR RAJADURAS / FUGAS | | | CULATA COMPLETA |
| CAT | D330 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D333 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D342 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D343 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D348 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D349 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D353 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D379 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D398 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D399 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D4 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D5 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D7 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 3304 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 3306 | TODAS | 4.30 |
| CAT | 930 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 988 | TODAS | 4.30 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CULATA COMPLETA |
| CAT | D330 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D333 | TODAS | 10.60 |
| CAT | D342 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D343 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D348 | TODAS | 16.10 |
| CAT | D349 | TODAS | 16.10 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|-----------------|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | CULATA COMPLETA |
| CAT | D353 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D379 | TODAS | 5.40 |
| CAT | D398 | TODAS | 5.40 |
| CAT | D399 | TODAS | 16.10 |
| CAT | 3208 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 3304 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 3306 | TODAS | 10.60 |
| PER K | C63542 | TODAS | 5.20 |
| PER K | 4236 | TODAS | 3.50 |
| REPARACION TOTAL | | | CULATA COMPLETA |
| CAT | D3 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D330 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D333 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D334 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D342 | TODAS | 8.30 |
| CAT | D343 | TODAS | 18.80 |
| CAT | D348 | TODAS | 18.80 |
| CAT | D349 | TODAS | 16.20 |
| CAT | D353 | TODAS | 8.30 |
| CAT | D379 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D398 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D399 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D4 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D7 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 8.30 |
| CAT | 12 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 120 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 130 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 14 | TODAS | 10.90 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|---------------------------------|
| REPARACION TOTAL | | | CULATA COMPLETA |
| CAT | 140 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 16 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 225 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 235 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 245 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 3204 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 3208 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 3304 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 3306 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 3406 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 3408 | TODAS | 16.20 |
| CAT | 3412 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 422S | TODAS | 3.60 |
| CAT | 518 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 528 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 814 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 815 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 824 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 825 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 910 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 930 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 950 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 966 | TODAS | 10.90 |
| CAT | 988 | TODAS | 18.80 |
| CAT | 992 | TODAS | 18.80 |
| CAT | C63542 | TODAS | 5.20 |
| CAT | 4236 | TODAS | 3.50 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | EMBRAGUE PRINCIPAL EN ACEITE |
| CAT | D4 | TODAS | 13.80 |
| CAT | D5 | TODAS | 13.80 |
| CAT | D6 | TODAS | 13.80 |

| LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES * | | | |
|--|---------------|--------------|---------------------------------|
| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | EMBRAGUE PRINCIPAL EN ACEITE |
| CAT | D7 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D9 | TODAS | 15.90 |
| CAT | V100 | TODAS | 3.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 13.80 |
| CAT | 120 | TODAS | 13.80 |
| CAT | 130 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 14 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 140 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 422S | TODAS | 3.60 |
| REPARACION TOTAL | | | EMBRAGUE PRINCIPAL EN ACEITE |
| CAT | D4 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D6 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D9 | TODAS | 8.00 |
| CAT | V100 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 12 | TODAS | 6.50 |
| CAT | 120 | TODAS | 6.50 |
| CAT | 130 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 14 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 140 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 422S | TODAS | 7.30 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | EMBRAGUES DE DIRECCION |
| CAT | D5 | TODAS | 13.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 13.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 14.30 |
| CAT | D8 | TODAS | 14.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 17.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 14.50 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|----------------------------------|
| REPARACION TOTAL | | | EMBRAGUES DE DIRECCION |
| CAT | D5 | TODAS | 13.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 13.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 14.30 |
| CAT | D8 | TODAS | 14.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 17.50 |
| CAT | V100 | TODAS | 21.90 |
| LIMPIAR | | | ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | | 5.20 |
| PRUEBA PARA UBICAR RAJADURAS/FUGAS | | | ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | | 4.40 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR |
| CAT | TODOS | | 2.20 |
| PRUEBA DE DINAMOMETRO | | | GENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA |
| CAT | D330 | TODAS | 9.00 |
| CAT | D333 | TODAS | 9.00 |
| CAT | D334 | TODAS | 10.50 |
| CAT | D342 | TODAS | 17.50 |
| CAT | D343 | TODAS | 18.00 |
| CAT | D348 | TODAS | 22.50 |
| CAT | D349 | TODAS | 22.50 |
| CAT | D353 | TODAS | 22.50 |
| CAT | D379 | TODAS | 22.50 |
| CAT | D398 | TODAS | 22.50 |
| CAT | D399 | TODAS | 22.50 |
| CAT | 3304 | TODAS | 10.50 |
| CAT | 3306 | TODAS | 10.50 |
| CAT | 3406 | TODAS | 18.00 |
| CAT | 3408 | TODAS | 18.00 |
| CAT | 3412 | TODAS | 22.50 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|----------------------------------|
| PRUEBA DE DINAMOMETRO | | | GENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA |
| PERKINS | C63542 | TODAS | 9.00 |
| PERKINS | D3152 | TODAS | 7.40 |
| PERKINS | 4236 | TODAS | 8.20 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | GENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA |
| CAT | D330 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D333 | TODAS | 4.30 |
| CAT | D334 | TODAS | 5.30 |
| CAT | D342 | TODAS | 5.30 |
| CAT | D343 | TODAS | 5.30 |
| CAT | D353 | TODAS | 5.30 |
| CAT | D379 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D398 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D399 | TODAS | 6.50 |
| CAT | 3304 | TODAS | 4.30 |
| CAT | 3306 | TODAS | 4.30 |
| REPARACION TOTAL | | | GENERADORES DE ENERGIA ELEC |
| CAT | D330 | TODAS | 14.50 |
| CAT | D333 | TODAS | 14.50 |
| CAT | D334 | TODAS | 20.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 20.20 |
| CAT | D343 | TODAS | 20.20 |
| CAT | D353 | TODAS | 20.20 |
| CAT | D379 | TODAS | 24.50 |
| CAT | D398 | TODAS | 24.50 |
| CAT | D399 | TODAS | 24.50 |
| CAT | 3304 | TODAS | 14.50 |
| CAT | 3306 | TODAS | 14.50 |
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | GOBERNADOR |
| CAT | D330 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.60 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-------------------------------|--------|-------|------------|
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | GOBERNADOR |
| CAT | D334 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D342 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D343 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D353 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D379 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D398 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D399 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D7 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 1.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 120 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 130 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 14 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 140 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 16 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 910 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 920 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 930 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 950 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 966 | TODAS | 1.60 |
| CAT | 988 | TODAS | 1.60 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------|--------|-------|------------------------------|
| REPARACION TOTAL | | | GOBERNADOR HIDROMECHANICO |
| CAT | D330 | TODAS | 5.90 |
| CAT | D333 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D334 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D343 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D348 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D349 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D353 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D379 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D398 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D399 | TODAS | 9.10 |
| CAT | D4 | TODAS | 5.90 |
| CAT | D5 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.00 |
| CAT | D9 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 12 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 120 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 130 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 14 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 140 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 16 | TODAS | 8.00 |
| CAT | 3304 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 3306 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 910 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 920 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 930 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 950 | TODAS | 5.90 |
| CAT | 966 | TODAS | 6.20 |
| CAT | 988 | TODAS | 8.00 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------------------|--------|-------|--|
| ALQUILAR | | | GOBERNADOR HIDRAULICO / ELECTRICO % WOODWARD |
| CAT | * | | 1.50 |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | GOBERNADOR HIDRAULICO / ELECTRICO % WOODWARD |
| CAT | TODOS | | 4.40 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | GOBERNADOR HIDRAULICO / ELECTRICO % WOODWARD |
| CAT | TODOS | | 2.60 |
| REPARACION TOTAL | | | GOBERNADOR HIDRAULICO / ELECTRICO % WOODWARD |
| CAT | TODOS | | 15.70 |
| PRUEBA DE RENDIMIENTO | | | INYECTORES / TOBERAS |
| CAT | TODOS | TODAS | 0.50 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | INYECTORES / TOBERAS |
| CAT | TODOS | | 0.90 |
| REPARACION TOTAL | | | MANDO DEL TANDEM DE MOTONIVELADORA |
| CAT | 12 | TODAS | 15.40 |
| CAT | 120 | TODAS | 15.40 |
| CAT | 130 | TODAS | 15.40 |
| CAT | 14 | TODAS | 15.40 |
| CAT | 140 | TODAS | 15.40 |
| CAT | 16 | TODAS | 15.40 |
| REPARACION TOTAL | | | MANDOS FINALES |
| CAT | D4 | TODAS | 19.40 |
| CAT | D5 | TODAS | 19.40 |
| CAT | D6 | TODAS | 19.40 |
| CAT | D7 | TODAS | 20.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 23.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 23.60 |
| CAT | 12 | TODAS | 8.80 |
| CAT | 120 | TODAS | 8.80 |
| CAT | 130 | TODAS | 8.80 |
| CAT | 14 | TODAS | 10.70 |
| CAT | 140 | TODAS | 9.70 |
| CAT | 16 | TODAS | 10.70 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------------------|--------|-------|---------|
| EVALUACION COMPLETA | | | MAQUINA |
| CAT | TODOS | | 25.60 |
| PINTAR | | | MAQUINA |
| CAT | D3 | TODAS | 28.70 |
| CAT | D4 | TODAS | 28.70 |
| CAT | D5 | TODAS | 28.70 |
| CAT | D6 | TODAS | 28.70 |
| CAT | D7 | TODAS | 35.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 35.60 |
| CAT | D9 | TODAS | 35.60 |
| CAT | D10 | TODAS | 40.00 |
| CAT | N40 | TODAS | 11.50 |
| CAT | 12 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 120 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 130 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 14 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 140 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 16 | TODAS | 38.30 |
| CAT | 225 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 235 | TODAS | 32.60 |
| CAT | 245 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 422S | TODAS | 14.20 |
| CAT | 518 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 528 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 814 | TODAS | 34.60 |
| CAT | 815 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 824 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 825 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 910 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 920 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 930 | TODAS | 28.70 |
| CAT | 950 | TODAS | 28.70 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------|--------|-------|---------|
| PINTAR | | | MAQUINA |
| CAT | 966 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 980 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 988 | TODAS | 35.60 |
| CAT | 992 | TODAS | 35.60 |
| REPARACION TOTAL | | | MAQUINA |
| CAT | D3 | TOTAL | 279.30 |
| CAT | D4 | TOTAL | 279.30 |
| CAT | D5 | TOTAL | 322.00 |
| CAT | D6 | TOTAL | 322.00 |
| CAT | D7 | TOTAL | 481.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 499.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 525.70 |
| CAT | N40 | TODAS | 180.10 |
| CAT | V100 | TODAS | 290.30 |
| CAT | 12 | TODAS | 383.20 |
| CAT | 120 | TODAS | 383.20 |
| CAT | 130 | TODAS | 383.20 |
| CAT | 14 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 140 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 16 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 215 | TODAS | 299.60 |
| CAT | 225 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 235 | TODAS | 383.20 |
| CAT | 245 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 422S | TODAS | 242.00 |
| CAT | 518 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 528 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 814 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 815 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 824 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 825 | TODAS | 481.90 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|----------------------------|--------|-------|---------|
| REPARACION TOTAL | | | MAQUINA |
| CAT | 910 | TODAS | 279.30 |
| CAT | 920 | TODAS | 279.30 |
| CAT | 930 | TODAS | 279.30 |
| CAT | 950 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 966 | TODAS | 322.00 |
| CAT | 980 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 988 | TODAS | 481.90 |
| CAT | 992 | TODAS | 527.30 |
| EVALUACION COMPLETA | | | MOTOR |
| CAT | TODOS | TODAS | 6.50 |
| INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO | | | MOTOR |
| CAT | 3208 | TODAS | 2.20 |
| PERKINS | 4236 | TODAS | 2.20 |
| PERKINS | 6354 | TODAS | 2.20 |
| PINTAR | | | MOTOR |
| CAT | D330 | TODAS | 9.90 |
| CAT | D333 | TODAS | 9.90 |
| CAT | D334 | TODAS | 13.60 |
| CAT | D342 | TODAS | 14.40 |
| CAT | D343 | TODAS | 14.40 |
| CAT | D348 | TODAS | 14.40 |
| CAT | D349 | TODAS | 14.40 |
| CAT | D353 | TODAS | 14.40 |
| CAT | D379 | TODAS | 15.50 |
| CAT | D398 | TODAS | 15.50 |
| CAT | D399 | TODAS | 15.50 |
| CAT | 3208 | TODAS | 5.60 |
| CAT | 3304 | TODAS | 9.90 |
| CAT | 3306 | TODAS | 13.60 |
| CAT | 3406 | TODAS | 14.40 |
| CAT | 3408 | TODAS | 14.40 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|---------|
| PINTAR | | | MOTOR |
| CAT | 3412 | TODAS | 14.40 |
| CAT | 3512 | TODAS | 16.00 |
| PERKINS | C63542 | TODAS | 9.90 |
| PERKINS | D3152 | TODAS | 7.90 |
| PERKINS | 4236 | TODAS | 8.90 |
| PRUEBA EN DINAMOMETRO | | | MOTOR |
| CAT | D330 | TODAS | 18.00 |
| CAT | D333 | TODAS | 18.00 |
| CAT | D334 | TODAS | 21.10 |
| CAT | D342 | TODAS | 35.10 |
| CAT | D343 | TODAS | 36.10 |
| CAT | D348 | TODAS | 45.10 |
| CAT | D349 | TODAS | 45.10 |
| CAT | D353 | TODAS | 45.10 |
| CAT | D379 | TODAS | 45.10 |
| CAT | D398 | TODAS | 45.10 |
| CAT | D399 | TODAS | 45.10 |
| CAT | 3204 | TODAS | 18.00 |
| CAT | 3208 | TODAS | 15.00 |
| CAT | 3304 | TODAS | 21.00 |
| CAT | 3306 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 3406 | TODAS | 36.10 |
| CAT | 3408 | TODAS | 36.10 |
| CAT | 3412 | TODAS | 45.10 |
| PER K | C63542 | TODAS | 18.00 |
| PER K | D3152 | TODAS | 14.70 |
| PER K | 4236 | TODAS | 16.40 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | MOTOR |
| CAT | D3 | TODAS | 17.50 |
| CAT | D4 | TODAS | 17.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 21.10 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|---------|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | MOTOR |
| CAT | D6 | TODAS | 21.10 |
| CAT | D7 | TODAS | 23.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 26.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 26.30 |
| CAT | V100 | TODAS | 7.30 |
| CAT | 12 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 120 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 130 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 14 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 140 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 16 | TODAS | 26.30 |
| CAT | 3208 | TODAS | 7.10 |
| CAT | 824 | TODAS | 26.30 |
| CAT | 910 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 920 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 930 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 950 | TODAS | 17.50 |
| CAT | 966 | TODAS | 21.10 |
| CAT | 980 | TODAS | 26.30 |
| CAT | 988 | TODAS | 26.30 |
| REPARACION TOTAL | | | MOTOR |
| CAT | D3 | TODAS | 49.10 |
| CAT | D330 | TODAS | 113.90 |
| CAT | D333 | TODAS | 129.20 |
| CAT | D334 | TODAS | 129.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 180.80 |
| CAT | D343 | TODAS | 189.40 |
| CAT | D348 | TODAS | 305.70 |
| CAT | D349 | TODAS | 343.90 |
| CAT | D353 | TODAS | 208.10 |
| CAT | D379 | TODAS | 305.70 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------|--------|-------|---------|
| REPARACION TOTAL | | | MOTOR |
| CAT | D398 | TODAS | 343.90 |
| CAT | D399 | TODAS | 416.10 |
| CAT | D4 | TODAS | 113.90 |
| CAT | D5 | TODAS | 129.20 |
| CAT | D6 | TODAS | 129.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 129.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 180.80 |
| CAT | D9 | TODAS | 208.10 |
| CAT | V100 | TODAS | 36.40 |
| CAT | 12 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 120 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 130 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 14 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 140 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 16 | TODAS | 189.40 |
| CAT | 3204 | TODAS | 49.10 |
| CAT | 3208 | TODAS | 80.00 |
| CAT | 3304 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 3306 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 3406 | TODAS | 189.40 |
| CAT | 3408 | TODAS | 267.50 |
| CAT | 3412 | TODAS | 305.70 |
| CAT | 518 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 814 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 824 | TODAS | 189.40 |
| CAT | 910 | TODAS | 49.10 |
| CAT | 920 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 930 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 950 | TODAS | 113.90 |
| CAT | 966 | TODAS | 129.20 |
| CAT | 980 | TODAS | 129.20 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|--------------------------------|--------|-------|---|
| REPARACION TOTAL | | | MOTOR |
| CAT | 988 | TODAS | 189.40 |
| CAT | 992 | TODAS | 305.70 |
| PERKINS | C63542 | TODAS | 49.10 |
| PERKINS | D3152 | TODAS | 39.70 |
| PERKINS | 4236 | TODAS | 44.40 |
| RECUPERAR | | | PERNOS DE ZAPATAS |
| CAT | D3 | TODAS | 0.10 |
| CAT | D4 | TODAS | 0.10 |
| CAT | D5 | TODAS | 0.10 |
| CAT | D6 | TODAS | 0.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 0.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 0.20 |
| CAT | D9 | TODAS | 0.20 |
| VOLTEAR /CAMBIAR(ARMAR CADENA) | | | PINES Y BOCINAS SELLADOS |
| CAT | D3 | TODAS | 4.20 |
| CAT | D4 | TODAS | 4.80 |
| CAT | D5 | TODAS | 5.40 |
| CAT | D6 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 7.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 8.80 |
| VOLTEAR/ CAMBIAR(ARMAR CADENA) | | | PINES Y BOCINAS SELLADOS Y LUBRICADA |
| CAT | D3 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D4 | TODAS | 7.40 |
| CAT | D5 | TODAS | 8.40 |
| CAT | D6 | TODAS | 10.00 |
| CAT | D7 | TODAS | 11.40 |
| CAT | D8 | TODAS | 13.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 13.90 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---------|--------|-------|----------|
| LIMPIAR | | | RADIADOR |
| CAT | D330 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D342 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D343 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D353 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D379 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D398 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D399 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D7 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D8 | TODAS | 2.70 |
| CAT | D9 | TODAS | 2.70 |
| CAT | 12 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 14 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 16 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 824 | TODAS | 2.70 |
| CAT | 910 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 920 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 930 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 950 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 966 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 988 | TODAS | 2.70 |
| PERKINS | C63542 | TODAS | 1.80 |
| PERKINS | 4236 | TODAS | 1.80 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-------------------------------|--------|-------|----------|
| REMOVER E INSTALAR/REEMPLAZAR | | | RADIADOR |
| CAT | D330 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D342 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D343 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D353 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D379 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D398 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D399 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D5 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D6 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D7 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.10 |
| CAT | V100 | TODAS | 1.90 |
| CAT | 12 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 14 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 16 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.80 |
| CAT | 422S | TODAS | 1.90 |
| CAT | 824 | TODAS | 3.10 |
| CAT | 910 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 920 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 930 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 950 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 966 | TODAS | 2.60 |
| CAT | 988 | TODAS | 3.10 |
| PER K | C63542 | TODAS | 1.80 |
| PER K | 4236 | TODAS | 1.80 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | HVENTA |
|---|--------|-------|-------------------------|
| REMOVER E INSTALAR /REEMPLAZAR | | | RESORTE TENSOR DE ORUGA |
| CAT | D4 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D5 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D6 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D7 | TODAS | 15.30 |
| CAT | D8 | TODAS | 15.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 15.30 |
| REPARACION TOTAL | | | RESORTE TENSOR DE ORUGA |
| CAT | D4 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 7.30 |
| CAT | D7 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D8 | TODAS | 10.90 |
| CAT | D9 | TODAS | 10.90 |
| MAQUINAS / RECTIFICAR | | | RODILLO INFERIOR |
| CAT | D3 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D7 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D8 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D9 | TODAS | 2.00 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | RODILLO INFERIOR |
| CAT | D3 | TODAS | 4.20 |
| CAT | D4 | TODAS | 5.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 7.80 |
| CAT | D6 | TODAS | 9.80 |
| CAT | D7 | TODAS | 11.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 17.50 |
| CAT | D8L | TODAS | 20.70 |
| CAT | D9 | TODAS | 21.40 |
| CAT | D9L | TODAS | 26.00 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|---|--------|-------|-----------------------------|
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | RODILLO INFERIOR % PESTAÑAS |
| CAT | D3 | TODAS | 2.10 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 3.90 |
| CAT | D6 | TODAS | 4.90 |
| CAT | D7 | TODAS | 5.80 |
| CAT | D8 | TODAS | 8.80 |
| CAT | D8L | TODAS | 10.40 |
| CAT | D9 | TODAS | 10.70 |
| CAT | D9L | TODAS | 13.00 |
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | RODILLO SUPERIOR |
| CAT | D3 | TODAS | 1.00 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.00 |
| CAT | D6 | TODAS | 1.20 |
| CAT | D7 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D8 | TODAS | 1.30 |
| CAT | D9 | TODAS | 1.30 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | RODILLO SUPERIOR |
| CAT | D3 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 3.10 |
| CAT | D5 | TODAS | 4.60 |
| CAT | D6 | TODAS | 5.70 |
| CAT | D7 | TODAS | 6.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 9.80 |
| CAT | D9 | TODAS | 11.90 |
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | RUEDA GUIA |
| CAT | D3 | TODAS | 2.30 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.30 |
| CAT | D5 | TODAS | 2.30 |
| CAT | D6 | TODAS | 2.30 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|--|--------|-------|----------------------|
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | RUEDA GUIA |
| CAT | D7 | TODAS | 3.00 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.00 |
| CAT | D9 | TODAS | 3.00 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % TALLE | | | RUEDA GUIA |
| CAT | D3 | TODAS | 7.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 9.60 |
| CAT | D5 | TODAS | 14.00 |
| CAT | D6 | TODAS | 17.70 |
| CAT | D7 | TODAS | 31.70 |
| CAT | D8 | TODAS | 42.80 |
| CAT | D8L | TODAS | 50.70 |
| CAT | D9 | TODAS | 50.80 |
| CAT | D9L | TODAS | 60.00 |
| RELLENAR CON SOLDADURA AUTOMATICA % T ALLE | | | RUEDA GUIA % PESTAÑA |
| CAT | D3 | TODAS | 5.70 |
| CAT | D4 | TODAS | 7.20 |
| CAT | D5 | TODAS | 10.50 |
| CAT | D6 | TODAS | 13.30 |
| CAT | D7 | TODAS | 23.70 |
| CAT | D8 | TODAS | 32.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 38.10 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | RUEDA MOTRIZ |
| CAT | D3 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D4 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D5 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D6 | TODAS | 2.60 |
| CAT | D7 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D8 | TODAS | 6.20 |
| CAT | D9 | TODAS | 6.20 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|-----------------------|--------|-------|----------------------------|
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | TAPA DE BIELA |
| CAT | D330 | TODAS | 1.20 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.20 |
| CAT | D342 | TODAS | 4.40 |
| CAT | D348 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D349 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D353 | TODAS | 2.90 |
| CAT | D379 | TODAS | 5.80 |
| CAT | D398 | TODAS | 5.80 |
| CAT | D399 | TODAS | 5.80 |
| CAT | 3208 | TODAS | 5.80 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3406 | TODAS | 2.90 |
| CAT | 3408 | TODAS | 2.90 |
| CAT | 3412 | TODAS | 2.90 |
| TALADRAR / BARRENAR | | | TUNEL DE BANCADA DEL BLOCK |
| CAT | D330 | TODAS | 11.40 |
| CAT | D333 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D342 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D343 | TODAS | 15.90 |
| CAT | D348 | TODAS | 18.90 |
| CAT | D349 | TODAS | 23.90 |
| CAT | D353 | TODAS | 18.90 |
| CAT | D379 | TODAS | 13.90 |
| CAT | D398 | TODAS | 18.90 |
| CAT | D399 | TODAS | 23.90 |
| CAT | 3208 | TODAS | 11.40 |
| CAT | 3304 | TODAS | 11.40 |
| CAT | 3306 | TODAS | 15.90 |
| CAT | 3408 | TODAS | 11.40 |
| CAT | 3412 | TODAS | 18.90 |

LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES *

| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
|------------------------------------|--------|-------|----------------------------|
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | TURBOALIMENTADOR |
| CAT | TODOS | | 2.20 |
| PER K | C63542 | TODAS | 2.20 |
| PER K | 4236 | TODAS | 2.20 |
| REPARACION TOTAL | | | TURBO ALIMENTADOR |
| CAT | TODOS | | 7.70 |
| PER K | C63542 | TODAS | 9.10 |
| PER K | 4236 | TODAS | 9.10 |
| MAQUINAR / RECTIFICAR | | | TURBOALIMENTADOR - CAJA |
| CAT | D330 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D333 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D342 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D343 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D348 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D349 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D353 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D379 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D398 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D399 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3208 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3304 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3306 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3408 | TODAS | 1.50 |
| CAT | 3412 | TODAS | 1.50 |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | ZAPATAS |
| CAT | D3 | TODAS | 12.00 |
| CAT | D4 | TODAS | 12.00 |
| CAT | D5 | TODAS | 12.00 |
| CAT | D6 | TODAS | 12.50 |
| CAT | D7 | TODAS | 12.50 |
| CAT | D8 | TODAS | 12.50 |

| LISTA DE PRECIOS FIJOS DE SERVICIO * CLIENTES * | | | |
|--|---------------|--------------|----------------|
| MARCA | MODELO | SERIE | H/VENTA |
| REMOVER E INSTALAR / REEMPLAZAR | | | ZAPATAS |
| CAT | D8L | TODAS | 12.50 |
| CAT | D9 | TODAS | 12.50 |
| CAT | D9L | TODAS | 12.50 |
| SOLDAR | | | ZAPATAS |
| CAT | D3 | TODAS | 1.40 |
| CAT | D4 | TODAS | 1.50 |
| CAT | D5 | TODAS | 1.80 |
| CAT | D6 | TODAS | 2.00 |
| CAT | D7 | TODAS | 2.40 |
| CAT | D8 | TODAS | 3.30 |
| CAT | D8L | TODAS | 4.10 |
| CAT | D9 | TODAS | 4.50 |
| CAT | D9L | TODAS | 5.80 |

CAPÍTULO IV

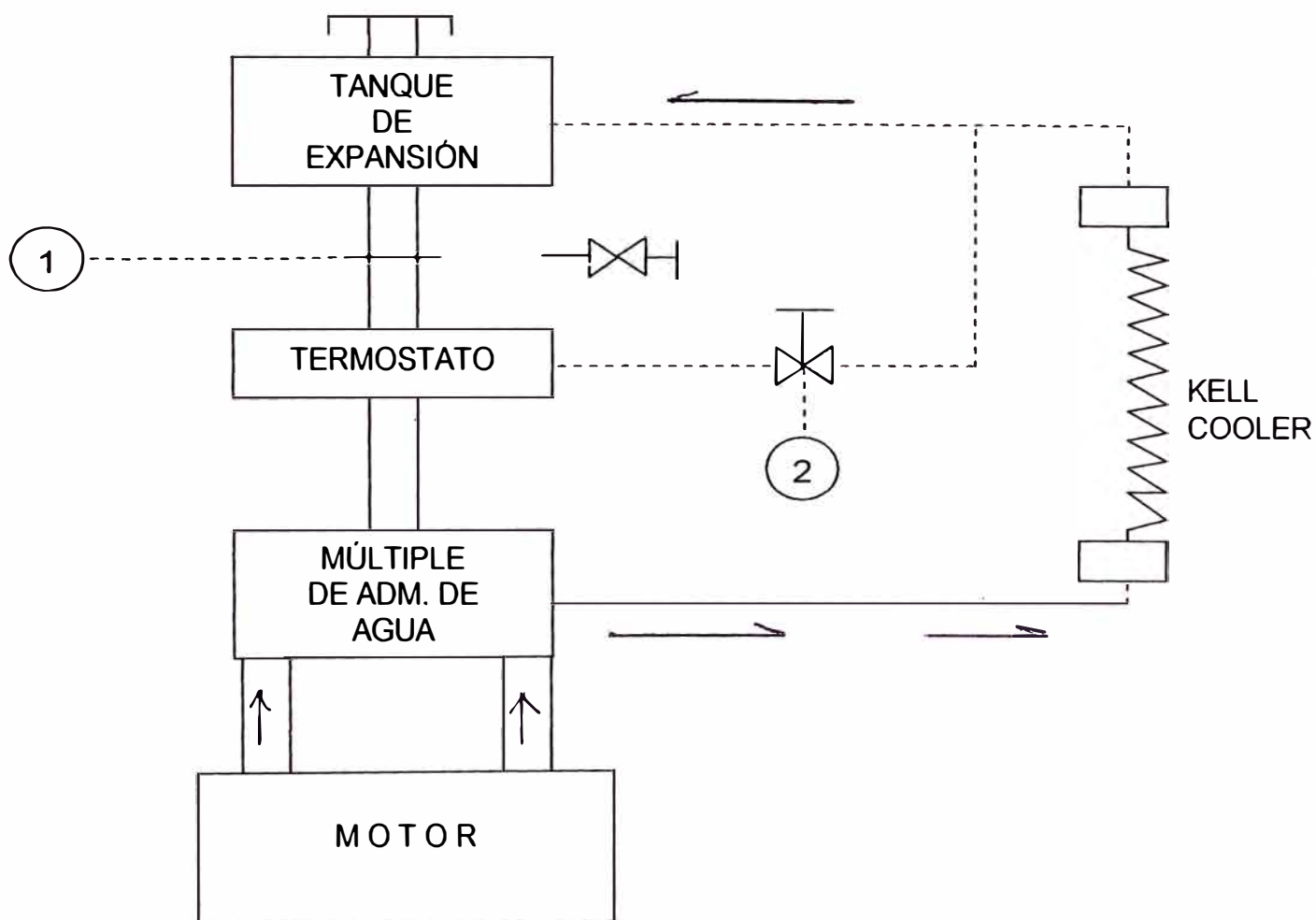
DESARROLLO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

4.1 DESPERFECTOS EN MOTORES MARINOS CATERPILLAR

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|---|--|
| A.1) | CLIENTE | : | Sindicato Pesquero S.A. |
| | EXPERIENCIA | : | Motor marino Caterpillar, instalado en la embarcación “JUNÍN 8 ” |
| | LUGAR | : | Chimbote |
| | CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO | | |
| | MARCA | : | Caterpillar |
| | APLICACIÓN | : | Motor Marino, aplicado como Motor Principal de una embarcación de 300 ton. |
| | Modelo | : | D 398 |
| | Serie | : | 67 B02493 |
| | Capac. | : | 750 HP |
| | Estado | : | Nuevo. Operativo |

- A solicitud del Cliente me trasladé a la embarcación de la referencia, ubicada en la zona de Chimbote. Se coordinó con el Jefe de la embarcación y se obtuvo una entrevista con el operador para que informe los problemas que venía presentando la embarcación.

- El trabajo de instalación del Motor fue realizado por un personal particular, experimentado y contratado por el Cliente, entregado sin realizar una adecuada Prueba de Mar.
- Empecé a revisar el motor y encontré el circuito de refrigeración cambiado de la siguiente manera. (Ver Figura 106).

**FIGURA N° 106**

- De acuerdo a este circuito (Fig. 106) el agua del motor mayormente se iba al Kell Cooler (Enfriamiento de quilla) por efecto de la llave “1”, instalado a la entrada del tanque de expansión y cuando el motor trabajaba en mínimo la temperatura del agua era muy fría; por lo que habrían la llave “2” para que pase el agua caliente y elevar la temperatura del motor a valores de operación. Este circuito anulaba en la práctica la función de los termostatos.

- El motor trabajaba a 1,150 rpm y no a 1,200 rpm como debe ser según las características del Motor. Operaban en esta condición para que no se eleve la temperatura del motor que subía hasta más de 200 °F. Todo esto no estaba correcto, para nosotros como representantes del Motor.

- La instalación de Kell Cooler no presentaba tanque de expansión adicional auxiliar por lo que el agua era expulsada con fuerza cada vez que se habría la tapa en el tanque de expansión que viene con el motor.

- Al efectuar la prueba de la botella se observó presencia de gases de combustión en el circuito de refrigeración.

CONCLUSIONES

- Modificar el circuito de refrigeración de la siguiente manera (ver figura 107):

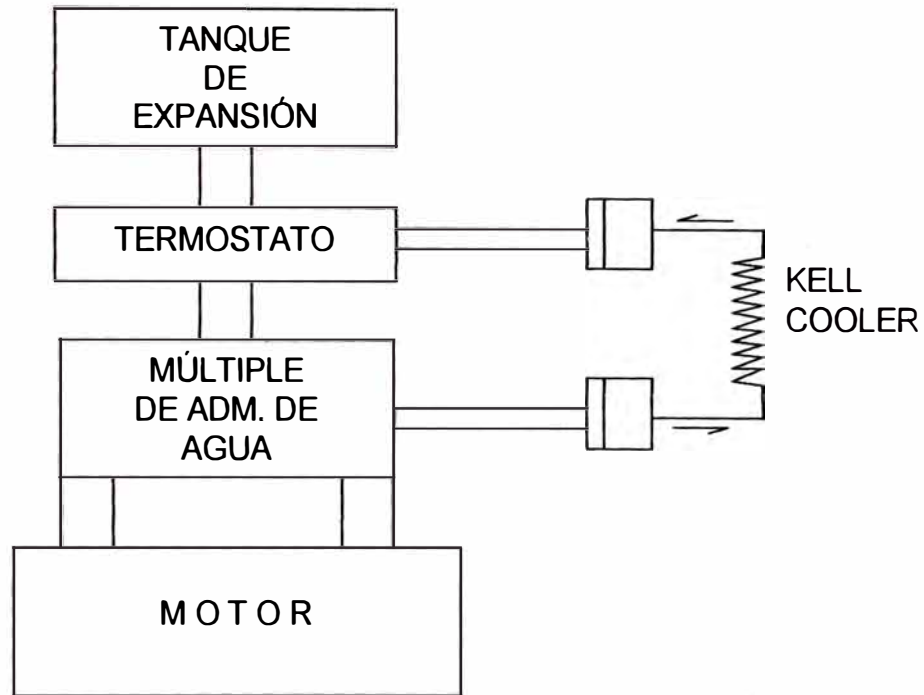


FIGURA N° 107

- En este circuito, los termostatos permiten el paso controlado de agua fría al tanque de expansión.
- Es necesario el uso de un tanque de expansión adicional. Porque el circuito de refrigeración presenta descontando la cantidad de agua del motor (45 glns. aproximadamente), se tendría 220 galones de agua adicional y la cantidad permisible es 63 galones, según recomendaciones de fábrica.
- Es necesario realizar un sondeo interior de todo el circuito de refrigeración con líquidos desincrustantes e inhibidor de corrosión.

El motor presenta zonas corrosión excesiva superficial por efectos de la corriente galvánica por no haber sido adecuadamente aislado el casco, usando tapones de zinc que lo proteja.

RESULTADOS

Efectuadas las modificaciones y recomendaciones indicadas líneas arriba, por parte del Cliente. Se realizó una última Prueba de Mar que consiste en evaluar al Motor con instrumentos de precisión “Evaluador de Motor”, durante una faena de pesca en donde se registra los valores de presión y temperatura en diferentes puntos del Motor y se observó que la temperatura de operación del agua de refrigeración bajó a 186°F, lo cual es un valor normal, recomendación del fabricante quedando el motor en buen estado de operación. Se adjunta el siguiente cuadro.

- B. 1** CLIENTE : Sindicato Pesquero S.A.
 LUGAR : Huarmey
 EXPERIENCIA : Motor marino Caterpillar, instalado en la embarcación “NAPO 3”

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

- MARCA : Caterpillar
 APLICACIÓN : Motor Marino, aplicado como motor principal de una embarcación de 250 ton.
 MODELO : D 3412
 SERIE : 60M 2822
 CAPACIDAD : 400 Hp
 VELOCIDAD : 1,200 rpm
 ESTADO : Nuevo. Operativo

- A solicitud del Cliente me trasladé a la embarcación de la referencia, ubicada en la zona de Végueta, me entrevisté con el Jefe de máquinas para que me informe los problemas que venía presentando la embarcación.
- El trabajo de instalación del Motor caterpillar fue realizado por un personal particular contratado por el Cliente.
- Se revisó el motor encontrándose las siguientes observaciones:
 - Trabaja el motor sin tanque de expansión.

- Temperatura del agua de operación a la salida del Motor es $T = 195^{\circ}\text{F}$
Valor normal.
- Los gases del respiradero del cárter no tienen desfogue al exterior de la Embarcación e inundaban la sala de máquinas.
- La temperatura del aire de admisión es $T = 270^{\circ}\text{F}$. Muy alto (Valor de especificación = max. 250°F)
- La velocidad alta en vacío es $V = 1,420$ rpm. Valor alto.
- Se encontró el Kell Cooler interiormente sucio.

ACTIVIDADES Y RECOMENDACIONES

- Se procedió a la limpieza de Kell Cooler en la Quilla.
- Se coordinó la Caja de bombas de inyección e inyectores para su revisión, reparación y regulación en los talleres de la empresa Enrique Ferreyros S.A.
- Se le instaló el tanque de expansión que viene normalmente con el motor y se confeccionó un tanque de expansión adicional ya que el volumen de agua externa al motor es 120 galones.
- Se reguló la velocidad alta en vacío a 1200 rpm.
- Se le cambió los termostatos de mayor rango de apertura de 130°F a 180°F .
- Se removió el After Cooler (ubicado entre el conjunto de filtros de aire y el múltiple de admisión), para su revisión, el cual se encontró picado. Se procedió a su reparación.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

- Se midió la temperatura del aire de admisión $T = 230\text{ }^{\circ}\text{F}$, valor normal dentro de lo especificado (max. $T = 250\text{ }^{\circ}\text{F}$).
- Se midió la temperatura del agua de refrigeración del motor $T = 185\text{ }^{\circ}\text{F}$ valor normal.
- Se instaló una línea, adecuadamente hacia el exterior para lo que es los gases de escape del respiradero del cárter y evitar contaminaciones y se obstruyan rápidamente los filtros de aire.
- Se agregó inhibidor de corrosión del agua de refrigeración.
- Se realizó una Prueba de Mar y el Motor quedó en buen estado de operación.

4.2 EVALUACIÓN DE MÁQUINAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA

| | | | |
|-------------|--------------------|---|--------------------------------|
| A.2) | CLIENTE | : | “Construcciones Villasol S.A.” |
| | LUGAR | : | Lima |
| | EXPERIENCIA | : | Cargador Frontal |

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

| | | |
|-------------------|---|----------------------|
| MARCA | : | Caterpillar |
| APLICACIÓN | : | Traslado de material |
| MODELO | : | 930 |
| SERIE | : | 71H 1595 |
| CAPACIDAD | : | 100 Hp |
| ESTADO | : | Inoperativo |

A solicitud del Cliente se evaluó la máquina en sus instalaciones para su posible reparación, como sigue:

ACTIVIDADES

- Se encontró la máquina en general semi desarmada.
- El block del motor desarmado, se observó desgaste visible en el túnel de bancada del cigüeñal.
- La volante del cigüeñal lado posterior con desgaste en los dientes.

- Los pistones y bielas con desgaste normal es posible rehusarlos.
- La culata completa requiere reparación se observa que no asientan bien la válvulas.
- El soporte del filtro de aceite abollado. Cambiar.
- La bomba de agua del sistema de refrigeración del motor presenta fuga de aceite. Reparar.
- La Caja de bombas de inyección e inyectores. Requiere revisar un banco de pruebas.
- El enfriador de aceite del motor se encuentra picado. Requiere revisarlo y repararlo.
- El panel de radiador. Requiere limpieza exterior y sondeo interno.
- El convertidor de torque de la transmisión no tiene fuerza. Requiere revisar y reparar.
- Los componentes del sistema de frenos presentan excesivo desgaste. Requiere cambiar pastillas y cañerías picadas.
- Las baterías (12V – 23 placas) se encuentran rotas y cables con los bornes gastados. Requiere cambiar por nuevas.
- El arrancador y alternador. Requiere limpieza y mantenimiento interior.
- La chapa de contacto sulfatados y cables reseco requiere limpieza y cambio de cables del circuito.
- El sistema de luces están completos y en buen estado.
- Las llantas se encuentran con desgaste normal aceptable.

PRESUPUESTO ESTIMADO

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------|
| - | SERVICIO MECÁNICO Y ELÉCTRICO | US\$ 13,070.00 |
| - | REPUESTOS CATERPILLAR | US\$ 85,408.70 |
| - | MATERIALES CONSUMIBLES | US\$ 1,662.25 |
| | VALOR TOTAL | US\$ 100,140.95 |
| | 15% IGV | 15,021.14 |
| | PRECIO TOTAL | US\$ 115,162.09 |

NOTA:

- El presente Presupuesto se ha elaborado a máquina cerrada por las circunstancias en que se presenta según el Informe Técnico, pudiendo haber variaciones al momento de desarmar en nuestro Taller.
- Alcanzamos el precio aproximado de una máquina nueva equivalente.
Cargador frontal Caterpillar, modelo 930

Precio almacén **US\$ 136,501.00 Dólares. (Incluido I.G.V.)**

4.3 EVALUACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

| | | | |
|-------------|--------------------|---|--------------------------------|
| B.2) | CLIENTE | : | “Construcciones Villasol S.A.” |
| | LUGAR | : | Lima |
| | EXPERIENCIA | : | Grupo Electrónico |

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

| | | |
|-------------------|---|---------------------------------|
| MARCA | : | Caterpillar |
| APLICACIÓN | : | Generación de corriente en Obra |
| MODELO | : | 3408 |
| SERIE | : | 67U 5239 |
| CAPACIDAD | : | 400 Kw. |
| HOROMETRO | : | 5,159 Hrs. |
| ESTADO | : | Inoperativo |

- Se encontró semi desarmado.
- La caja de bombas de inyección, presenta las bombas oxidadas. Requiere cambiar.
- Las toberas requieren revisar y/o cambiar las que no cumplen con las especificaciones de atomización.
- Las cañerías de combustible total 8, se encuentran oxidadas y abolladas. Requiere cambiar todas.
- El turboalimentador se encuentra con excesivo desgaste radial. Requiere reparar.
- Se removió la culata lado derecho el cual presenta los asientos de válvulas con excesivo desgaste. Requiere las dos culatas reparar
- Los pistones, camisas y bielas presentan desgaste.

- El panel de radiador se encuentra visiblemente picado requiere cambiar por un panel nuevo.
- Los cables de bujías incandescentes se encuentran con los terminales flojos. Requiere cambiar el conjunto de terminales.
- El Generador se removió sus cubiertas para revisar el aislamiento de rotor y estator del bobinado del Generador y Unidad excitatriz, cuyos resultados son:
 $L_1=10\text{ M}\Omega$; $L_2=10\text{ M}\Omega$; $L_3=10\text{ M}\Omega$ y
 $F_1=0.15\text{ M}\Omega$ (bajo); $F_2=0.15\text{ M}\Omega$ (bajo)
 Los diodos se midieron continuidad los cuales se encuentran bien.
 Por lo que el Generador requiere de mantenimiento preventivo lavar con solvente dieléctrico barnizar y secado al horno.

PRESUPUESTO ESTIMADO

| | | | |
|---|--------------------------------|------|------------------------|
| - | SERVICIO MECÁNICO Y ELÉCTRICO | US\$ | 13,677.00 |
| - | REPUESTOS CATERPILLAR ORIGINAL | US\$ | 81,227.83 |
| - | MATERIALES CONSUMIBLES | US\$ | 831.13 |
| | VALOR TOTAL | US\$ | 95,736.16 |
| | 15% IGV | US\$ | 14,360.42 |
| | PRECIO TOTAL | | US\$ 110,096.58 |

NOTA:

- El presente Presupuesto se ha realizado con el equipo cerrado por las circunstancias en que se encuentra, pudiendo haber variaciones al momento de desarmar en nuestro Taller y elaborar un Presupuesto real.
- Alcanzamos el precio aproximado de un equipo nuevo equivalente.
 Grupo Electrónico Caterpillar, modelo 3408 de 400 Kw

Precio de almacén **US\$ 123,635.00 Dólares (Incluido I.G.V.)**

C.2) CLIENTE : Vidrios Industriales S.A.
LUGAR : Lima
EXPERIENCIA : En Grupo Electrónico

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : Caterpillar
APLICACIÓN : Generación de corriente Planta
MODELO : D348
SERIE : 36J 2798
CAPACIDAD : 600 Kw
HOROMETRO : 6,621 Hrs

ACTIVIDADES

A solicitud del cliente se efectuó la inspección del Grupo Electrónico siniestrado; para saber las causas probables y entregar un Informe Técnico, como sigue:

MOTOR DIESEL

- Se encontraron las fajas del ventilador rotas.
- El panel de radiador visiblemente sucio y con varios tubos clausurados. Se encontró también sin tapa de presurización.
- Los balancines de admisión, escape y la camiseta del cilindro N° 3, rotos.
- El cigüeñal roto a la altura del puño de biela N° 3.
- El pare de emergencia no actuó. Se revisó el funcionamiento del mecanismo del pare; encontrándose sus piezas bien.

GENERADOR

- En el Generador el bobinado, se encuentra sucio, no ha sufrido mayor daño. Requiere lavado, barnizado y secado al horno.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a lo encontrado; se puede concluir que el Motor sufrió la avería debido a un recalentamiento por haberse roto las fajas del ventilador. El panel del radiador sucio exteriormente y lo que es más grave aún es que no tenía la tapa de presurización del sistema de refrigeración; ocasionando la pérdida del agua de enfriamiento.
- Debido al recalentamiento, ha habido agarrotamiento de las válvulas en sus guías, rompiendo los balancines del cilindro N° 3. Así también se agarrotó los anillos del pistón, que ocasionó que la biela rompa el cigüeñal.
- Se revisó la culata el cual posiblemente la culata se encuentre rajada, el cual ha ocurrido debido a una traba hidráulica ocasionando también, la rotura del pistón, la camiseta y el cigüeñal.
- El mecanismo del Pare de Emergencia no ha actuado por alta temperatura porque el bulbo no ha estado sumergido en el agua de refrigeración, ya que ésta se ha ido perdiendo por fuga y evaporación; al estar sin tapa presurizada el punto de ebullición en este caso baja a su valor real ($T = 100^{\circ}\text{C}$) y el mecanismo normalmente se regula a $110^{\circ}\text{C} < > 200^{\circ}\text{F}$. cuando el radiador tiene su tapa.

D.2) CLIENTE : Fabrica de Tejidos La Unión Ltda. S.A.
LUGAR : Planta Yauca – ICA
EXPERIENCIA : Motor estacionario

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : Caterpillar
APLICACIÓN : Motor industrial que mueve un Molino, transmisión por fajas.
MODELO : 3306
SERIE : 85Z 01639
CAPACIDAD : 250 Kw.
HOROMETRO : 4,744 HRS
Estado : Operativo

Este servicio se solicitó para evaluar y realizar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.

ACTIVIDADES

- Se chequeó el nivel de agua de refrigeración y se agregó ½ galón.
- Se chequeó nivel de aceite del cárter; se agregó 2 galones de aceite; para que continúe trabajando.
- Se calibró válvulas de admisión y escape de acuerdo a especificaciones (0.015” adm. y 0.025 escape).
- Se revisó la velocidad del motor.

| | Tomada | Especificado |
|----------------------|---------------|---------------------|
| Veloc. alta en vacío | 2063 rpm | 1852 rpm |
| Veloc. baja en vacío | 1334 rpm | 1200 rpm |
| Veloc. con carga | 1587 rpm | 1800 rpm |

CUADRO N° 109

- Así mismo trabajando con carga se tomó valores de temperatura y presión de operación trabajo normal.

| | Tomada | Especificado |
|---------------------|---------------|---------------------|
| T. agua entrada = | 122°F | 149 °F |
| Salida = | 135°F | 171°F |
| Pr. aceite min = | 55 psi | 23 psi |
| max = | 68 psi | 87 psi |
| Pr. combust. min = | 42 psi | 25 psi |
| max = | 44 psi | 42 psi |
| T gases de escape = | 298°F | Max = 900°F |

CUADRO N° 110

- Se revisó las baterías las cuales tenían carga baja, los bornes sulfatados; lo que estaría ocasionando que estaría exigiendo el alternador y trabaje a altas temperaturas.

- El acople flexible que amortigua el peso del tubo de escape no cumple su función por estar fijado con dos tirantes, el cual debe fijarse al techo desde un tramo del tubo de escape.
- Al agua de refrigeración requiere agregar inhibidor de corrosión. No tiene.
- No tiene termostato, trabaja sin ella.
- El pare de emergencia no trabaja porque está malogrado el solenoide principal de corte de combustible.
- Se revisó el toma fuerza el cual se encuentra engrasados y en buen estado de trabajo.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES:

En el motor se realizó lo siguiente:

- Se reguló la velocidad alta en vacío para que trabaje el Motor dentro del régimen de operación de temperatura y presiones.
- Los valores de temperatura y presión se encuentran aceptables dentro de lo especificado.
- Se realizó mantenimiento a las baterías llevándolo a un serví centro especializado para el cambio de agua acidulada y recarga lenta.
- Se cambió la toma de los tirantes del tubo de escape adecuadamente.
- Se agregó inhibidor de corrosión al agua de refrigeración y se recomendó instalarle el conjunto de termostatos.
- Ejecutar el servicio de mantenimiento periódico cada 250 horas; cambio de aceite, filtro de aceite combustible y aire.
- Reparar el sistema de Pare de emergencia.

REPUESTOS QUE REQUIERE EL MOTOR

| | |
|-------------------------------|---------|
| 1 filtro de aire | 4N0015 |
| 1 filtro de petróleo | 1P2299F |
| 1 filtro de aceite | 2P4004 |
| 1 empaquetadura de balancines | 851605 |
| 4 rust inhibitor | 3P2044 |
| 1 termostato | 7N0208 |
| 2 diodos assemble | 5N8565 |
| 6 abrazaderas | 9M7959 |

- Los repuestos se solicitaron a nuestra Oficina Principal de Enrique Ferreyros S.A., las cuales fueron remitidas y se realizaron los servicios correspondientes.

Quedando el motor industrial en buen estado de operación.

E.2) CLIENTE : Fabrica de Tejidos La Unión Ltda. S.A.
LUGAR : Planta Llipatas - Palpa
EXPERIENCIA : Motor estacionario

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : Caterpillar
APLICACIÓN : Motor industrial que mueve un Molino de transmisión por fajas.
MODELO : 3306
SERIE : 85Z 01636
CAPACIDAD : 250 Kw.
HOROMETRO : 2,013 HRS
Estado : Operativo

Este servicio se solicitó para evaluar y realizar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.

ACTIVIDADES

- Se revisó los niveles de agua de refrigeración y se agregó refrigerante.
- Se revisó niveles de aceite al carter y se agregó 1½ galón de aceite. Se adiestró al personal responsable como controlar el nivel de aceite en la bayoneta.
- Se calibró válvulas de admisión y escape de acuerdo a especificaciones (0.015" adm. y 0.025 escape).

- Se revisó las revoluciones del motor como sigue:

| | Tomada | Especificado |
|----------------------|---------------|---------------------|
| Veloc. alta en vacío | 1860 rpm | 1852 rpm |
| Veloc. baja en vacío | 1181 rpm | 1200 rpm |
| Veloc. con carga | 1675 rpm | 1800 rpm |

CUADRO N° 111

- Así mismo trabajando con carga se tomó valores de temperatura y presión de operación trabajo normal.

De los datos registrados se requiere ajustar las rpm del motor de acuerdo a especificaciones de fábrica.

Así mismo se observa que el motor se encuentra trabajando con carga a una velocidad por debajo de lo especificado, lo que esta ocasionando es que el motor no alcance sus valores de temperatura y presión de trabajo normal; se registró los siguientes datos.

| | Tomada | Especificado |
|---------------------|---------------|---------------------|
| T. agua entrada = | 130°F | 149 °F |
| Salida = | 132°F | 171°F |
| Pr. aceite min = | 53 psi | 23 psi |
| max = | 68 psi | 87 psi |
| Pr. combust. min = | 24 psi | 25 psi |
| max = | 25 psi | 42 psi |
| T gases de escape = | 298°F | Max = 900°F |

CUADRO N° 112

- Se revisó las baterías y se encontró con carga baja, los bornes destruidos y sulfatados.
- Se encontró el agua de refrigeración sin líquido anticorrosivo.

- Se encontró sin termostato razón por el cual la temperatura de operación es baja.
- Las abrazaderas de las mangueras al radiador sulfatados requiere cambiarlos.
- El sistema de pare de emergencia no funciona presenta el conjunto de diodos quemados.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES:

- Las revoluciones con carga que se encuentran bajas no afectan tanto para la aplicación que tiene el motor.
- Los valores de temperatura son bajas pero la diferencia de valores entre la entrada y la salida es muy mínimo por lo que es necesario revisar y hacer una limpieza exterior y sondeo del radiador.
- Los valores de presión de combustible indican que es recomendable cambiar el filtro, así mismo el aceite del carter y el filtro.
- El operador responsable del funcionamiento del motor debe llevar un control de las horas de servicio del motor y cuanto de aceite se le agrega.
- Realizar un mantenimiento adecuado a las baterías, cambiar de ácido a fin de repotenciarlos.
- Se debe agregar la concentración del agua refrigerante con líquido anticorrosivo.
- Se debe colocar de inmediato al Motor su termostato para permitir que el trabajo sea a una temperatura de operación y se mantenga constante durante el funcionamiento.
- Cambiar las abrazaderas sulfatadas por nuevas a las mangueras de agua.
- Reparar el solenoide de pare de emergencia cambiando los diodos quemados, actualmente el Motor se encuentra desprotegido.

REPUESTOS QUE REQUIERE EL MOTOR

| | |
|-------------------------|---------|
| 1 filtro de combustible | IP2299F |
| 1 filtro de aceite | 2P4004F |
| 1 empaquetadura | 8S1605 |
| 4 rust inhibitor | 3P2044 |
| 1 termostato | 7N0208 |
| 6 abrazaderas | 9M7959 |
| 2 diodos assemble | 5N8565 |

Así también se recomienda revisar los puntos de engrase del motor; así como del toma fuerza el engrase periódico y el ajuste del acoplamiento del disco de embrague.

F.2) CLIENTE : Hidrandina S.A. – Trujillo
LUGAR : Trujillo
EXPERIENCIA : Grupo Electrógeno

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : Caterpillar
APLICACIÓN : Generador de corriente
MODELO : D399
SERIE : 35B0495
CAPACIDAD : 850 Kw
ESTADO : Inoperativo
FECHA : 03-Nov.-1986

A solicitud del Cliente, se trasladó todos los componentes del Motor y Generador a nuestras instalaciones las que se encontraban desarmadas. El block, cigüeñal y bielas se encontraban en un taller de rectificación RECOLSA, otros componentes en la Planta de Chepen como es el ventilador, protectores, chumaceras y el pare automático manual, en caso de emergencia.

INFORME DE REPARACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO

| Motor Componentes | Valores tomados | Valores Especificación | Conclusiones |
|-------------------------------|--|---|--|
| Pistones con tapones térmicos | Presentan rajaduras de un ancho mayor de 0.006" y otras rajaduras están interconectadas. | Ancho de rajadura es 0.006" máx y que no estén interconectadas. | Cambiar todas, no cumplen las especificaciones |
| Camisetas (16) | Están en promedio de 5.890" de diámetro. | Diámetro aceptable es 6.256" máx. | Es posible rehusarse. |
| Culatas (4) | Tres culatas presentan rajaduras alrededor del asiento y precámaras. | No acepta rajaduras. | Cambiar las tres culatas. |
| Válvulas de admisión | Diámetro del vástago y espesor del labio con desgastes permisibles. | Diámetro vástago 0.494" min. Espesor de labio 0.149" min. | Todas se encuentran dentro de lo permisible. |
| Válvulas de escape | Diámetro del vástago con desgastes mayor de lo permisible | Diámetro de vástago 0.494" de labio 0.140" min. | Todas están fuera de medida deben cambiarse. |
| Guías de válvulas | Presentan 0.506" de diámetro interior. | Diámetro interior es 0.4985" máx. | Deben cambiarse todas. |
| Resortes | Con una tensión de 54 | Para una tensión de | Deben cambiarse todas. |

| | | | |
|--------------------------|---|---|---------------------------------------|
| | y 64 lbs. Presentan una elongación de 2.219”. | 81 lbs se tiene una elongación de 2.219 | |
| Precámaras (16) | Tres presentan corrosión profunda. | Estado general sin daños. | Cambiar tres. |
| Bombas de inyección (16) | Cinco de ellas responden a la prueba de banco de inyección. | | Cambiar cinco. |
| Turbo alimentadores (2) | Ambos presentan juego axial de 0.010” y 0.012”. | Juego axial es 0.008” max. | Requiere reparar los dos componentes. |

| Generador | Valores tomados | Valores Especificación | Conclusiones |
|------------------------|---|-------------------------------|---|
| Aislamiento de estator | 5 MΩ | 1 MΩ min | OK |
| Aislamiento de rotor | 1.5 MΩ | 1 MΩ min | OK |
| Resistencia de rotor | 1.2 MΩ | De 0.5 a 2.5Ω | Cambiar los diodos CR 9 |
| Unidad excitatriz | Modelo SCRC presenta varios componentes dañados | | supresor de picos Reóstato de nivel de voltaje |

PRESUPUESTO

De acuerdo a la evaluación y aplicando el criterio de rehusabilidad de piezas que implica reducir los costos de reparación general del Grupo Electrónico a efectuarse en nuestro taller, se tiene:

SERVICIO DE MANO DE OBRA:

| | |
|---|----------------------|
| • REPARACIÓN DE MOTOR BÁSICO | US \$ 2,395.00 |
| • REPARACIÓN CAJA DE BOMBAS INYECCIÓN | US \$ 105.00 |
| • REPARACIÓN GOVERNADOR WOODWARD | US \$ 92.00 |
| • REPARACIÓN ARRANCADOR NEUMÁTICO | US \$ 45.00 |
| • REPARACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO AUXILIAR | US \$ 28.00 |
| • REPARACIÓN ENFRIADOR DE ACEITE | US \$ 26.00 |
| • REPARACIÓN GENERADOR DE POTENCIA | US \$ 596.00 |
| TOTAL | US\$ 3,287.00 |

REPUESTOS CATERPILLAR : US\$ 55,725.00

TRABAJOS EXTERIORES : US\$ 1,100.00

MATERIALES CONSUMIBLES : US\$ 165.00

GASTOS DE VIAJE: Para la instalación y pruebas del Grupo Electrónico en la ciudad de Chepen.

NO INCLUYE EL I.G.V.

NOTA:

- En la reparación del motor básico se incluye los turboalimentadores, el enfriador de aire.
- En la reparación del generador se incluye limpieza, barnizado, cambio de rodamiento así también acoplamiento, nivelación del generador.
- En trabajos exteriores se considera, proyección de camiseta, alineamiento de bielas, reacondicionamiento de tres culatas rajadas con la garantía del taller especializado.
- En gastos de viaje se considera la estadía de nuestro personal en vuestras instalaciones en Chepen, hasta la prueba final.
- TIEMPO DE ENTREGA: 45 días aproximadamente.
- FORMA DE PAGO: 30% al Inicio y la Orden de trabajo
El saldo al término del mismo

CONCLUSIONES

- El haberme formado profesionalmente en Ingeniería Mecánica me permite realizar esta función técnica de evaluación, ejecución, organización y asesoramiento de los servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo para conseguir en este caso, lograr la mayor operatividad de las máquinas. Así también valorizar en el estado que se encuentran las máquinas programando y proyectando, para disponer de repuestos necesarios y contar con la capacidad económica con que se tiene que disponer para lograr objetivos trazados en la Empresa.
- Así también es necesario realizar un ordenamiento de información de cada máquina elaborando los siguientes:
 - Un Catálogo de Activos para cada Equipo validado con la información técnica de cada uno reuniendo para ello: TIPO, MARCA, MODELO, SERIE, AÑO, PLACA, del Motor, transmisión, hidráulico, implementos y de la máquina.
 - Un Catálogo de Repuestos y/o insumos, validado con la información de cada pieza: Código, parte n°, marca, modelo, familia o clase, equipos que la usan.
 - Ordenar los Catálogos de Plan de Mantenimiento Preventivo de cada equipo o activo.
 - Programar las frecuencias de atención de Mantenimiento en horas de servicio de la máquina o kilometraje.
- Hacer un diagnóstico de todos los Equipos para conocer en el estado en que se encuentran el motor, sus sistemas y demás componentes de la máquina.
- Llevar un control de los Planes de Mantenimiento y su Programación de Ordenes de Trabajo mediante software de mantenimiento apropiado o mediante el Programa Excel para todo el Parque de maquinaria.

- Se puede crear un Sistema de Monitoreo de Condiciones de las piezas y/o de la máquina misma: mediante el Análisis de Lubricantes, grasas y el refrigerante. Para llevar un control de límites máximos y mínimos de cada parámetro.
- Para que el Plan de Mantenimiento sea exitoso resulta fundamental, tanto la selección adecuada de componentes o los sistemas a monitorear, como el correcto establecimiento de límites y objetivos de limpieza.
- En general la implementación de una Estrategia Proactiva generará los siguientes beneficios:
 - Aumento de la confiabilidad.
 - Aumento de la seguridad en la operación, al evitar fallas catastróficas.
 - Aumento de la disponibilidad, al aumentar la confiabilidad y mejorar la planificación de las intervenciones.
 - Disminución de pérdidas de producción, por interrupciones debidas a fallas.
 - Reducción del impacto ambiental por la reducción del consumo de lubricantes.
 - Disminución de costos de lubricantes hasta en 10 veces.
 - Disminución de costos de mano de obra en tareas de lubricación.
 - Disminución de costos de reparación, por detección temprana de los problemas.
 - Disminución de costos de materiales y repuestos, al extender la vida útil de las máquinas hasta 6 veces según el sistema y los objetivos planteados.
 - Disminución del capital inmovilizado en repuestos, al pronosticar la vida útil remanente.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Manual de mantenimiento industrial: organización, ingeniería mecánica, eléctrica, química, civil, procesos y sistemas. Morrow, L.C., ed , México, D. F. : Continental.
- 2.- Maquinaria general en obras y movimientos de tierra, Galabru, Paul, Madrid: Reverté.
- 3.- Selección de equipo y maquinaria en la industria minera. Evento: Seminario: "Selección de equipo y maquinaria en la industria minera", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería., 1984.
- 4.- Nuevas técnicas de gestión de mantenimiento, Gómez Sánchez Soto, Rubén, Lima: Ingeniería y Servicios Tecnológicos, S. A., 1995.
- 5.- Manual de seguridad en operaciones forestales, CATERPILLAR, edición 2005.
- 6.- Manual de rendimiento, CATERPILLAR, Edición 20.
- 7.- Manual de servicio de tractor D6-C, CATERPILLAR.
- 8.- Manual de servicio de equipos CATERPILLAR, 2003