

DISEÑO, ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTINAS DE  
LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO MOVIL DE LA PLANTA  
DE CEMENTO DE CEMEX EN BUCARAMANGA

JAIRO ANDRÉS MEZA MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2011

DISEÑO, ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTINAS DE  
LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO MOVIL DE LA PLANTA  
DE CEMENTO DE CEMEX BUCARAMANGA

JAIRO ANDRÉS MEZA MARTÍNEZ

Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director  
ISNARDO GONZALEZ JAIMES  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2011

## **DEDICATORIA**

***A Dios***

***Por su infinita grandeza***

***A la memoria de***

***Juana Isabel Martínez Junieles***

***Por su absoluta entrega y lucha***

***A mis padres***

***Por su incondicional apoyo***

***A mi hermana***

***Por darme fuerzas y mucho animo***

***A todos los miembros de las familias***

***Martínez Junieles, González Martínez***

***Martínez Castro, Martínez Carmona***

***Martínez Núñez, Martínez Martínez,***

***Osorio Martínez, González Rivero***

***A mi Princesa***

***Por ser un incentivo constante en este objetivo***

***A todos mis amigos y compañeros***

***Jairo***

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor del presente proyecto agradece a todas las personas involucradas en el correcto desarrollo del mismo, pero especialmente a:

Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico, director del proyecto, por ser una guía en el cumplimiento de los objetivos propuestos en este proyecto.

Alfonso García Castro, Ingeniero Mecánico, director de la escuela por su orientación y apoyo durante la realización de este proyecto.

Miguel Ángel Cortés Grajales, coordinador de mantenimiento de CEMEX planta Bucaramanga, por su apoyo durante la realización e implementación de este proyecto.

A todos los compañeros de planta Bucaramanga por brindarme su incondicional apoyo y sus valiosos conocimientos

Docentes de la escuela de Ingeniería Mecánica y de la facultad de Físico-mecánicas, por su labor de formación integral como ingeniero.

Todas las personas que participaron en la construcción de este proyecto.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	17
1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.....	18
1.1 LA EMPRESA CEMEX.....	19
1.1.1 Misión.....	19
1.1.2 Visión.....	19
1.2 PROCESO DE PRODUCCION DEL CEMENTO.....	20
1.3 EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS.....	22
1.3.1 Proceso de explotación de la caliza.....	23
1.3.2 Proceso de extracción del yeso.....	24
1.4 APLICACIÓN DE SISTEMAS MOVILES EN LA PRODUCCION DEL CEMENTO.....	25
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	26
1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	27
1.6.1 Objetivos generales.....	27
1.6.2 Objetivos específicos.....	27
2. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PARA LA VIDA DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMA.....	29
2.1 PLAN DE MANTENIMIENTO.....	30
2.1.1 Proceso de planeación del mantenimiento.....	30
2.1.2 Proceso de programación del mantenimiento.....	31
2.2 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	31
2.2.1 Pasos para llevar un correcto mantenimiento preventivo.....	32
2.2.2 Costos de implementación del mantenimiento preventivo.....	33
2.3 DESCRIPCION DE LA RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	35
2.3.1 Definición de falla.....	35
2.3.2 Criticidad de equipos.....	35
2.4 TRIBOLOGÍA.....	36

2.4.1 Análisis de aceites.....	37
2.4.2 Régimen de desgaste de componentes.....	37
2.4.3 Estado del aceite.....	37
2.4.4 Contaminación del aceite.....	37
2.4.5 Identificación del aceite.....	37
2.5. IMPORTANCIA DE LAS RUTINAS DE LUBRICACIÓN.....	38
3. EQUIPOS DE TRASPORTE DE MATERIA PRIMA.....	40
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA.....	40
3.1.1 Cargador Caterpillar 950 H.....	41
3.1.2 Cargador Volvo L 90 BM.....	43
3.1.3 Cargador Caterpillar 910 IT.....	45
3.1.4 Bulldózer Caterpillar D6C.....	47
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS EQUIPOS.....	48
3.3 ESTRUCTURA DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	50
3.4 ESTRUCTURA DE LAS RUTINAS DE LUBRICACIÓN.....	52
4. RUTINAS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	55
4.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	55
4.1.1 Procedimiento para el cargador CAT 950H.....	55
4.1.2 Mtto 10 Horas.....	56
4.1.3 Mtto 50 Horas.....	56
4.1.4 Mtto 250 Horas.....	60
4.1.5 Mtto 500 Horas.....	66
4.1.6 Mtto 1000 Horas.....	72
4.2 RUTINAS DE LUBRICACIÓN.....	73
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS LUBRICANTES UTILIZADOS.....	82
4.3.1 Aceite Mobil Delvac MX 15W-40.....	82
4.3.2 Aceite Mobil Delvac 1340.....	82
4.3.3 Aceite Mobil DTE 26.....	83

4.3.4 Aceite Mobilube HD 80W-90 y 85W-140.....	84
4.3.5 Mobilgrease XHP 222.....	84
4.4 PLANEACIÓN.....	85
4.5 PROGRAMACIÓN DE LAS RUTINAS.....	86
4.5.1 Tabla de lubricantes y filtros.....	88
5. RUTINAS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL CARGADOR CATERPILLAR 910 IT.....	89
5.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	90
5.1.1 Procedimiento para el cargador CAT 910 IT.....	90
5.1.2 Mtto 10 Horas.....	91
5.1.3 Mtto 50 Horas.....	94
5.1.4 Mtto 250 Horas.....	95
5.1.5 Mtto 500 Horas.....	103
5.1.6 Mtto 1000 Horas.....	108
6. CONCLUSIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	114

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Entrada planta CEMEX.....	20
Figura 2. Clinker.....	21
Figura 3. Proceso de fabricación .....	22
Figura 4. Mina de caliza Surata.....	23
Figura 5. Mina de yeso la Nacuma.....	24
Figura 6. Etapas de trabajo de los cargadores.....	26
Figura 7. Cargador CAT 950H en operación.....	42
Figura 8. Cargador CAT 950H después de mantenimiento.....	42
Figura 9. Cargador Volvo en reparación.....	44
Figura 10. Estado anterior del cargador.....	44
Figura 11. Estado actual del cargador.....	45
Figura 12. Cargador 910 en proceso de reparación.....	46
Figura 13. Estado actual del cargador 910.....	47
Figura 14. Bulldózer CAT D6C.....	48
Figura 15. Formato de revisión diaria.....	50
Figura 16. Descripción de las rutinas de lubricación.....	52
Figura 17. Antigua bomba de lubricación.....	54
Figura 18. Actual bomba de lubricación.....	54
Figura 19. Puntos de engrase.....	57
Figura 20. Mirilla de refrigerante.....	57
Figura 21. Diferentes mirillas de aceite.....	58
Figura 22. Limpieza del filtro de aire.....	58
Figura 23. Filtro primario de combustible.....	59
Figura 24. Llave de drenaje del carter del motor.....	60
Figura 25. Filtro de aceite del motor.....	61
Figura 26. Base de montaje del filtro.....	61
Figura 27. Válvula de muestreo de aceite.....	62

Figura 28. Polea tensora de la correa.....	63
Figura 29. Tornillo de nivel del diferencial.....	64
Figura 30. Compartimiento de las baterías.....	65
Figura 31. Válvula de muestreo de aceite hidráulico.....	67
Figura 32. Válvula de limpieza del filtro primario de combustible.....	67
Figura 33. Filtros de aceite hidráulico.....	69
Figura 34. Toma de muestras filtro de hidráulico.....	70
Figura 35. Componentes del tanque de combustible.....	71
Figura 36. Respiradero del carter del motor.....	72
Figura 37. Tapa de la servotransmisión.....	73
Figura 38. Cargador transportando ruana metálica.....	89
Figura 39. Cargador posicionando ruana en el molino.....	89
Figura 40. Puntos de engrase.....	91
Figura 41. Balde CAT 910 IT.....	92
Figura 42. Mirilla nivel refrigerante.....	93
Figura 43. Diferentes mirillas de nivel.....	93
Figura 44. Limpieza filtro de aire.....	94
Figura 45. Calibración de las llantas.....	94
Figura 46. Llave de drenaje del cárter.....	95
Figura 47. Filtro de aceite del motor.....	96
Figura 48. Sello del filtro de aceite.....	96
Figura 49. Toma de muestras de aceite.....	97
Figura 50. Correa y tensor de la correa del motor.....	98
Figura 51. Pedal de accionamiento del freno.....	99
Figura 52. Disco de freno.....	99
Figura 53. Tornillo de drenaje de los diferenciales.....	100
Figura 54. Compartimiento de la batería.....	100
Figura 55. Tapa del filtro de la servotransmisión.....	101
Figura 56. Filtro de la servotransmisión.....	102
Figura 57. Junta de la tapa del filtro.....	102

Figura 58. Tapa del tanque de aceite hidráulico.....	104
Figura 59. Filtro de combustible.....	104
Figura 60. Filtro de aceite hidráulico.....	105
Figura 61. Varilla de nivel de la servotransmisión.....	106
Figura 62. Tornillo de muestras del diferencial.....	107
Figura 63. Antefiltro de combustible.....	107
Figura 64. Tapón de drenaje del cárter.....	109
Figura 65. Ducto de alimentación de aceite.....	109

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lubricantes usados en la lubricación de los equipos.....	38
Tabla 2. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H.....	75
Tabla 3 Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H.....	76
Tabla 4. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H.....	77
Tabla 5. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H .....	78
Tabla 6. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H .....	79
Tabla 7 Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H .....	80
Tabla 8. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H .....	81
Tabla 9. Programación de lubricación del CAT 950H.....	86

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Especificaciones de los lubricantes utilizados.....	115
Anexo B. Tabla de lubricantes y filtros.....	127
Anexo C. Formato de revisión diaria de equipos.....	129
Anexo D. Programación de las rutas de lubricación.....	132

## RESUMEN

### **TITULO:**

DISEÑO, ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS RUTINAS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO MOVIL DE LA PLANTA DE CEMENTO DE CEMEX EN BUCARAMANGA\*

### **AUTORES:**

JAIRO ANDRÉS MEZA MARTÍNEZ\*\*

### **PALABRAS CLAVE:**

Cargador frontal, bulldozer, rutinas de mantenimiento, rutinas de lubricación.

### **DESCRIPCIÓN:**

En este proyecto de grado se diseñó, elaboro e implementó una serie de rutinas para el mantenimiento y lubricación del equipo móvil de la planta de CEMEX Bucaramanga para mejorar el funcionamiento de estos equipos y garantizar su continuidad operativa en la cadena de producción del cemento. Estas rutinas fueron elaboradas teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y del personal técnico y operativo que asiste a este tipo de maquinaria.

Durante el proceso de diseño fue necesario en primera instancia consultar manuales de servicio y mantenimiento, posteriormente se recopiló el historial de mantenimiento de estos equipos así como las propiedades de los lubricantes usados en ellos; de igual forma se realizó la homologación de los aceites Caterpillar a aceites marca Mobil, y a continuación se recolectó la información del personal técnico y operativo.

Una vez diseñado el modelo de rutinas se procedió a ponerlas en consideración del personal técnico-operativo para recibir sus sugerencias y finalmente depurar las rutinas para hacerlas muy fáciles de entender y aplicar en cada uno de los equipos.

Durante la construcción se tuvo especial cuidado en el uso de los lubricantes adecuados para cada componente de los equipos así como de adaptar los intervalos de mantenimiento a nuestra operación.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Ing. Isnardo González Jaimes

## ABSTRACT

**TITLE:**

DESIG ELABORATION AND IMPLEMENTATION OF LUBRICATION AND MAINTENANCE ROUTINES FOR THE MOVABLE EQUIPMENT OF THE CEMENT PLANT OF CEMEX IN BUCARAMANGA\*

**AUTHORS:**

JAIRO ANDRÉS MEZA MARTÍNEZ\*\*

**KEY WORDS:**

Wheel loader, track-type tractor, maintenance routines, lubrication routines.

**DESCRIPTION:**

In this degree work was designed elaborate a routines series for the maintenance and lubrication of the movable equipment of the Bucaramanga's CEMEX plant to improve the operation of this equipment and guarantee its continuity operative in the productive chain of the cement production. These routines were elaborated considering the manufacturer's recommendations and the technical and operative people who attends this type of machinery.

During the design process it was necessary in first instance to consult manuals on watch and maintenance, later I compile the file of maintenance of these equipment as well as the properties of the lubricants used in them; similary the homologation of the caterpillar oils for mobil oil marks was realized, and next I collect the information of the technical people and worker.

Once designed the model of routines it was come to put them considering the technical-operative people to receive its suggestions and finally to purify the routines to do them very easy to understand and to apply in each one of the equipment.

During the construction it had special well-taken care of in the use of the lubricants adapted for each component of the equipment as well as to adapt the intervals of maintenance to our operation.

---

\*Degree Work

\*\*Physical-Mechanical Engineer Faculty. Mechanical Engineering, Eng. Isnardo González Jaimes.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbanístico de nuestro país va en constante crecimiento y paralelo a ello muchas industrias se ven en la necesidad de aumentar la producción de los insumos necesarios para este mercado creciente para no quedarse relegados en el cumplimiento de sus compromisos con los clientes.

Un ejemplo de estas industrias lo conforman las fábricas de cemento, que es uno de los principales actores del desarrollo urbanístico ya que con su adecuado uso se pueden obtener miles de beneficios y las formas que deseemos darle a nuestras construcciones.

Para poder cumplir con los compromisos de abastecimientos a los diferentes clientes, las empresas productoras de este material deben tener toda la maquinaria que conforma su equipo de producción a punto, objetivo que se logra con un correcto y oportuno mantenimiento.

En este trabajo de grado nos ocupamos solo de una pequeña parte de toda esa maquinaria de producción, dicha parte es la conformada por los equipos de transporte y extracción de materias primas de la planta productora de cemento de CEMEX en la ciudad de Bucaramanga a la cual se le realizó la construcción de un programa de mantenimiento y lubricación basados en las recomendaciones de los fabricantes de las maquinas y en las condiciones en que los equipos operan día a día.

## 1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

La industria cementera se inició en Colombia a principios del siglo XX. En 1905, Industrias e Inversiones Samper inauguró la primera planta cementera en nuestro país e inicio operaciones en 1909, esta estaba ubicada en las cercanías de la capital de la republica.

En los 30 años siguientes incursionaron al mercado Cementos Diamante (Cundinamarca) y Cementos Argos (Antioquia). Posteriormente en los años 40 se fundaron fábricas en Valle del Cauca (Cementos del Valle), Santander (Cementos Diamante), Magdalena (Cementos Nare), y Costa Atlántica (Cementos Caribe). Posteriormente surgen Cementos el Cairo y Hércules (1955), Cementos Río Claro (1986), Cementos Andino (1998), Concrecem (2003), y la nueva planta Cementos Tequendama (2008).

En la actualidad, existen tres claros actores en la industria cementera, estos son tres grupos económicos, que han venido incursionando en el mercado por medio de la adquisición de las plantas anteriormente mencionadas.

Estos son, CEMEX (el cual adquirió Cementos Diamante y Samper), Grupo ARGOS (su grupo consta de Cementos Argos, Cementos El Cairo, Cementos Caribe, Cementos Paz del Río, Cementos Nare, Cementos Río claro, Tolcemento, Cementos Andino, Concrecem y Cementos del valle), y El Grupo HOLCIM (propietario de Cementos Boyacá).

## **1.1 CEMEX<sup>1</sup> COLOMBIA**

CEMEX<sup>1</sup> Colombia, nació en 1996, cuando dentro de su política de expansión en mercados en crecimiento, CEMEX adquirió dos de las más importantes compañías cementeras del país: Cementos Diamante S.A. e Industrias e Inversiones Samper S.A. con sus respectivas filiales.

En la actualidad CEMEX cuenta con 4 plantas en nuestro país para la producción de cemento Portland, con una capacidad instalada de 5' 000 000 de toneladas anuales. Estas unidades de negocio están distribuidas así:

Planta Caracolito en Ibagué, planta Santa Rosa en Bogotá, planta Los Patios en Cúcuta y planta Bucaramanga<sup>2</sup>.

### **1.1.1 Misión**

La misión de CEMEX es satisfacer globalmente las necesidades de construcción de sus clientes y crear valor para sus accionistas, empleados y otras audiencias claves, consolidándose como la organización cementera multinacional más eficiente y rentable del mundo.

### **1.1.2 Visión**

Construir y desarrollar un mundo mejor que fortalezca las bases y principios del negocio, mediante la eficiencia de nuestro valioso recurso humano, la utilización de los sistemas de información más avanzados y la tecnología de punta que empleamos, para posicionarnos como líder en el mercado nacional.

---

<sup>1</sup> Cementos Mexicanos S.A.

<sup>2</sup> [www.cemexcolombia.com](http://www.cemexcolombia.com). Fortalezas estratégicas de la compañía

Figura 1. Entrada Planta CEMEX



Fuente: El autor

## 1.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CEMENTO

El cemento puede producirse de dos maneras; el proceso de vía seca y el proceso por vía húmeda. Las primeras fábricas en el mundo y nuestro país utilizaron el proceso vía húmeda pero este se dejó de usar por ser un proceso poco eficiente y muy costoso.

En la actualidad se utiliza el proceso de vía seca para la fabricación del cemento. Este proceso implica los pasos mencionados a continuación:

- Extracción y molienda de la materia prima
- Homogeneización de la materia prima
- Producción del clinker
- Molienda de cemento

La materia prima para la elaboración del cemento se extrae de las canteras o minas a través de la barrenación y detonación con explosivos; una vez obtenidos estos materiales son sometidos a un proceso de fragmentación en las trituradoras

por medio de impacto o presión hasta reducirlos a un tamaño máximo de una y media pulgadas.

La etapa de homogeneización puede llevarse a cabo por medio de vía húmeda o vía seca, dependiendo del uso de corrientes de agua o corrientes de aire para mezclar los materiales triturados. Cuando se lleva a cabo el proceso húmedo la mezcla de la materia prima se bombea a balsas de homogeneización y desde la balsa pasa al horno para la producción del clinker.

En el proceso seco la materia prima es homogeneizada en los patios de materia prima que se conocen comúnmente como naves de Prehomogenización con el uso de maquinarias especiales, en este proceso el control químico de los materiales es más eficiente y el consumo de energía es menor que en el proceso anteriormente descrito, pues no se lleva a cabo la eliminación de agua.

La producción del clinker o proceso de calcinación es la parte medular del proceso, el clinker es el producto de la reducción en hornos rotatorios horizontales de mineral de hierro, carbonato de calcio o caliza y una arcilla conocida como puzolana.

Este proceso se lleva a cabo a una temperatura que oscila entre 1400 y 1500 °C, luego de esto se obtiene lo que se conoce como clinker que son pequeños módulos de color gris oscuro con un tamaño aproximado de 3 a 4 cm.

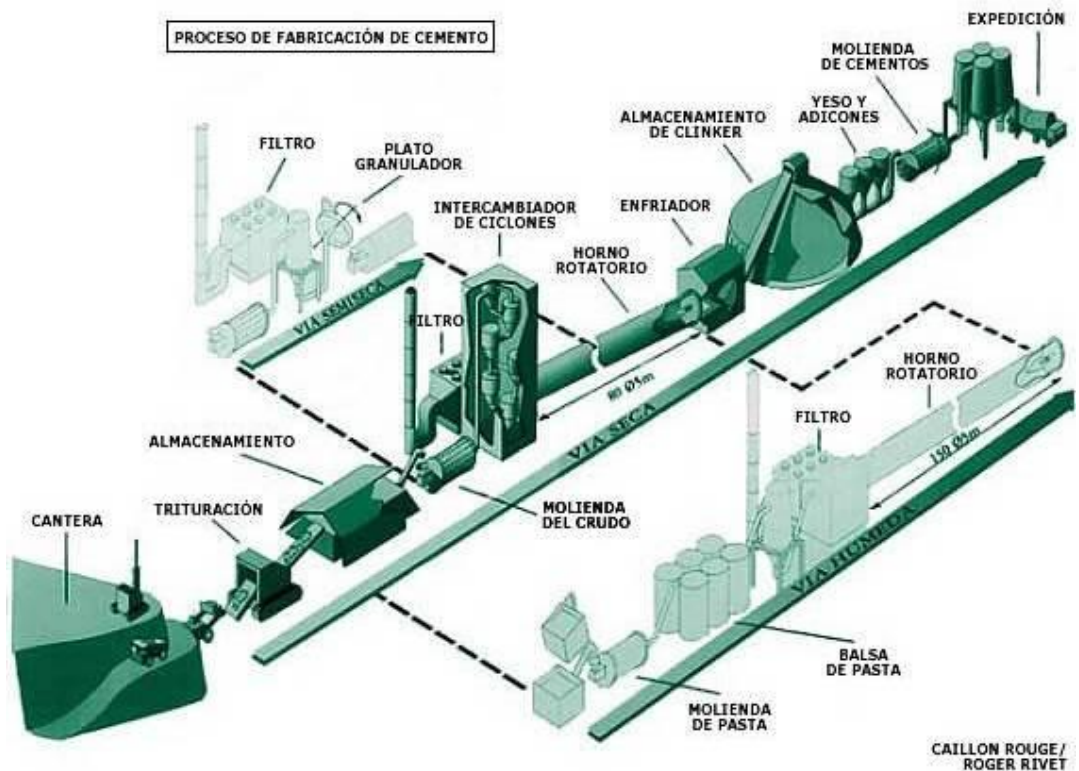
Figura 2. Clinker



Fuente: El autor

Una vez obtenido el clinker, se procede a molerlo en molinos horizontales a través de bolas de acero de diferentes tamaños a su paso por las cámaras del molino, durante este proceso es añadido yeso en pequeñas proporciones para alargar el tiempo de fraguado del cemento.

Figura 3. Proceso de fabricación



Fuente: El autor

### 1.3 EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS

El proceso de explotación del yeso y la caliza, materias primas para la industria del cemento inicia en los yacimientos, canteras o minas. Luego de ser confirmadas las propiedades y la disponibilidad de estos minerales en la cantera se procede al proceso de explotación que más adelante conlleva al transporte hasta planta usando transportadores de bandas cuando la cantera es cercana a la planta de procesamiento, o por medio de camiones y equipos de transporte de minería tales como volquetas y cargadores de ruedas que los llevan hasta los diversos lugares

de acopio o bien directamente hasta las diferentes tolvas alimentadoras para su respectiva reducción de tamaño.

**1.3.1 Proceso de extracción de la caliza.** En el proceso de la caliza o carbonato de calcio una vez se ha identificado y delimitado el yacimiento, se procede a realizar la explotación del mismo empezando esta con el proceso de barrenación de la superficie para posteriormente proceder a introducir el material explosivo que sirve para detonar la formación y de esta forma transportarla hasta el lugar de procesamiento donde es reducida a determinados tamaños de acuerdo a la aplicación que se le vaya a dar.

Es la etapa de procesamiento donde se emplea la maquinaria pesada para hacer la remoción del material de los lugares de acopio y llevarlo hasta las diferentes tolvas donde será sometido a lo que se conoce con el nombre de trituración primaria, el cual generalmente es llevado a cabo mediante la utilización de trituradoras de mandíbulas.

Figura 4. Mina de caliza Surata



Fuente: El autor

**1.3.2 Proceso de extracción del yeso.** El proceso de extracción del yeso es muy similar al de la caliza pues también se lleva a cabo el proceso de barrenación y posterior a este se procede a realizar la detonación que nos dejara al descubierto el frente de explotación. El yeso es conocido también como carbonato de calcio dihidratado y su pureza se mide por el porcentaje de Trióxido de Azufre ( $\% \text{SO}_3$ ) que contenga.

Este mineral es importante en la molienda del cemento debido a que ayuda con el proceso de secado o fraguado de este.

Podemos observar un frente de explotación en la figura mostrada a continuación.

Figura 5. Mina de yeso La Nacuma



Fuente: El autor

## **1.4 APLICACIÓN DE SISTEMAS MÓVILES EN LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO**

Debido a la necesidad de remoción y transporte de las materias primas para la fabricación del cemento se involucran en estas actividades equipos de trabajo pesado que nos facilitan la extracción y la alimentación de las diferentes tolvas de procesamiento de estos materiales que luego de ser llevados a tamaños menores se dosifican a los procesos de calcinación y molienda.

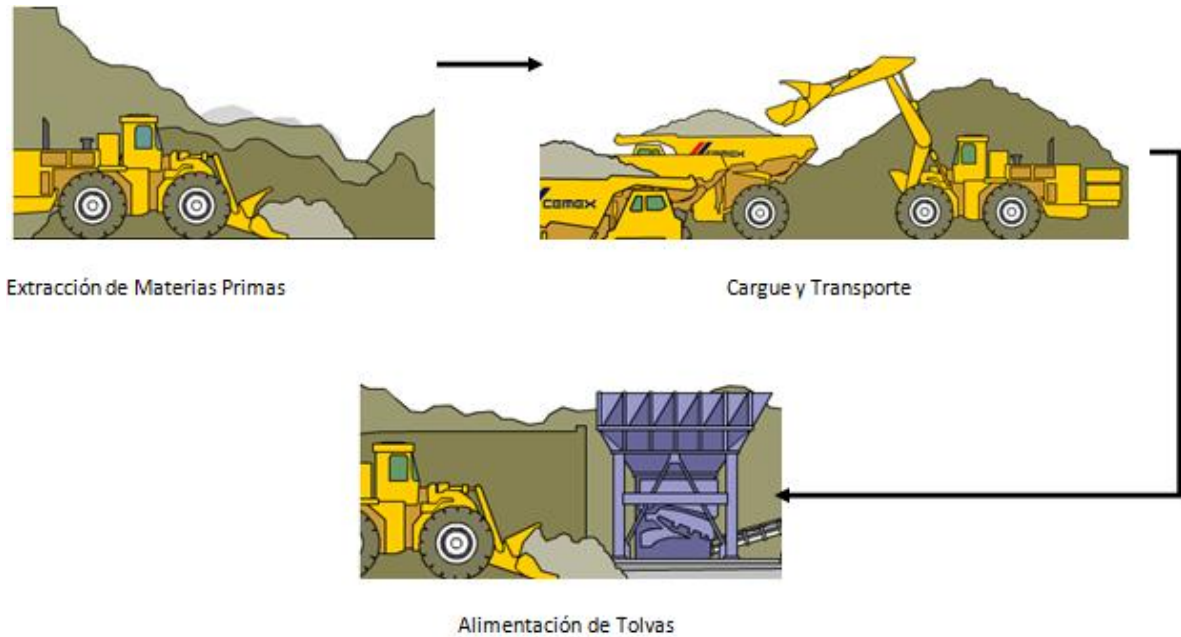
Todo el proceso de beneficio de estos materiales como se menciono con anterioridad implica esfuerzos para la maquinaria utilizada, que en nuestro caso son los cargadores utilizados para estas labores; la remoción y el cargue de material para la alimentación de las tolvas causa en estas maquinas grandes cargas de impacto desgaste severo toda vez que son materiales muy abrasivos y con un alto grado de dureza, razón por la cual es importante el mantenimiento adecuado y oportuno que se les pueda brindar a los cargadores para conservar su vida útil y de esta forma garantizar la continuidad del proceso productivo.

La disponibilidad, confiabilidad y el correcto funcionamiento de todos los sistemas de estos equipos nos evitara paros, sobrecostos y tiempos muertos en la operación.

Entre las fallas más comunes identificadas en los cargadores se encuentran: fisuras por fatiga, desgaste abrasivo, taponamiento de puntos de lubricación, aislamientos de sistemas eléctricos, roturas de mangueras de aceites y combustible, perdidas de presión en sistemas hidráulicos. Entre otras.

En la figura a continuación observamos el proceso de trabajo de los cargadores que básicamente consta de la extracción de materias primas de canteras, el transporte del material y la alimentación de tolvas.

Figura 6. Etapas de trabajo de los cargadores



Fuente: [www.cemexcolombia.com](http://www.cemexcolombia.com)

## 1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con la realización de este proyecto se busca mejorar el proceso de mantenimiento de los equipos de producción con que se cuenta en la planta de Bucaramanga, pues es de suma importancia para una compañía de este tipo mantener todos sus equipos en óptimas condiciones de operación, para poder así tener un funcionamiento sostenible, amigable con el medio ambiente y que sea económicamente viable desde todo punto de vista, por esta razón mediante la realización de este proyecto CEMEX Colombia y en particular la planta de Bucaramanga busca conseguir un funcionamiento adecuado de su equipo móvil por medio de la implementación de las rutinas de lubricación y mantenimiento en general para cada uno de sus cargadores y bulldozers.

## **1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.6.1 Objetivo general**

Desarrollar e implementar en la planta de CEMEX en la ciudad de Bucaramanga las rutinas de mantenimiento y lubricación del equipo móvil, teniendo en cuenta las recomendaciones que el fabricante sugiere basándose en los horómetros de operación de cada equipo, para garantizar el óptimo funcionamiento y disminuir o eliminar los tiempos de paro de los equipos por concepto de averías en los elementos de máquina que se pueden prevenir llevando a cabo el mantenimiento necesario, en el tiempo adecuado, dando así continuidad a la misión institucional de la Universidad Industrial de Santander de generar y adecuar conocimientos y participar activamente en un proceso de cambio por el progreso y mejora de los procesos industriales y la calidad de vida de la comunidad.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

Diseñar y construir las cartas y rutinas de lubricación para los tres cargadores y el bulldozer que componen el equipo móvil de la planta CEMEX Bucaramanga. Estas cartas que serán elaboradas apoyándonos en la herramienta de Excel deben contener las siguientes características:

- Tipo de lubricante (grasa o aceite) a usar
- Cantidad de lubricante a aplicar en cada área del equipo
- Frecuencia de ejecución de la actividad
- Método de ejecución del procedimiento por los operarios
- Imágenes de los lugares a lubricar en las máquinas

Diseñar y construir las cartas y rutinas de mantenimiento para el equipo móvil de la planta CEMEX Bucaramanga, estas cartas deben contener las siguientes características

- Tipo de mantenimiento a realizar
- Frecuencia de realización del mantenimiento

- Procedimiento para llevar a cabo el mantenimiento
- Lista de partes necesarias en cada procedimiento

Capacitar a los operarios y técnicos para que con la ayuda de ellos se pueda llevar a cabo la implementación de las cartas y rutinas de lubricación y mantenimiento realizadas, esta capacitación incluye la puesta en conocimiento a los operarios de las cartas y rutinas elaboradas para de esta forma recolectar las posibles sugerencias que puedan tener, y de igual forma realizar la ruta en compañía de ellos para depurar el material.

## **2. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PARA LA VIDA DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS**

Los tiempos muertos, las reparaciones no programadas y el desgaste prematuro de las partes móviles y estáticas de los equipos de trabajo pesado son factores indeseables en una cadena productiva debido a que todos ellos generan paros en la operación y en el caso de tratarse de reparaciones prolongadas son causantes de lucro cesante y en algunas ocasiones de paradas en algunos procesos o en una parada general de la planta.

Se ha logrado comprobar, que para lograr dar atención adecuada a la maquinaria pesada, además de realizar los servicios de mantenimiento recomendados por el fabricante, es necesario introducir indicadores que permitan evaluar la calidad de estas intervenciones preventivas. Además para no caer en exceso de atención que no es rentable para la empresa, es necesario hacer un estudio de criticidad de equipos para priorizar los recursos, y lograr con esto dar el siguiente paso en la evolución de las tendencias de gestión de mantenimiento.

En una cadena productiva la confiabilidad es un factor clave, y esta solo se logra con el correcto mantenimiento, pues pensar en someter un equipo a determinado mantenimiento cuando empiece a presentar fallas es llegar tarde, ya que el mantenimiento debe ser adecuadamente planificado y estructurado.

Un correcto mantenimiento permite detectar las fallas en la maquinaria antes de su ocurrencia y aumentar la disponibilidad productiva de la maquinaria.

Con la implementación de estas rutinas de mantenimiento se espera la optimización de los costos directos tales como mano de obra, subcontratos y repuestos, y de igual forma se espera la disminución de los costos indirectos que son el resultado de mantenimientos mal hechos o no ejecutados, entre estos gastos se encuentran los derivados de pérdida de producción, de mala calidad de

productos o mala calidad de servicios, entre otros que finalmente se traducen en la necesidad de mayor inversión para conservar la vida útil y la operatividad de los equipos.

## **2.1 PLAN DE MANTENIMIENTO**

La planeación es el proceso a través del cual se determinan los elementos necesarios para llevar a cabo una tarea antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación está ligada con la hora o momento determinado y el establecimiento de las etapas en que se realizará el trabajo planeado junto con las órdenes para su realización.

La planeación y la programación son los aspectos más importantes para una correcta administración del mantenimiento. La eficacia de estos dos factores contribuye a lo siguiente:

- Disminuir los costos de mantenimiento, pues es claro que existe un gran vínculo de reciprocidad entre el mantenimiento planeado y la reducción de costos
- Mejorar la utilización del equipo de trabajo de mantenimiento al disminuir las demoras e interrupciones. Esto permite obtener un buen medio para mejorar la coordinación y facilitar la supervisión
- Mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento al optar por utilizar los procedimientos óptimos y correctos para luego asignar a los trabajadores más calificados para el trabajo<sup>3</sup>.

**2.1.1 Proceso de planeación del mantenimiento.** Es importante aclarar que el proceso de planeación comprende todas las actividades relacionadas con la elaboración de la orden de trabajo, la lista de materiales necesarios, mano de obra y estándares de tiempo necesarios para la ejecución correcta de la actividad.

---

<sup>3</sup> RAMIREZ HERNANDEZ, Julio Francisco; *Plan de lubricación para el mantenimiento mecánico para la maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra, en la industria de construcción, por Topsa construcciones S.A. Guatemala, mayo 2007*

**2.1.2 Proceso de programación del mantenimiento.** Por otro lado la programación del mantenimiento es el proceso a través del cual podemos acoplar los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en determinado tiempo.

Para tener un programa de mantenimiento confiable es importante tener en cuenta aspectos tales como:

- Clasificación de prioridades de trabajos donde se refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo
- Programar la orden de trabajo solo cuando los materiales necesarios para la realización de esta se encuentren en planta

## **2.2 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Se puede definir el mantenimiento preventivo como la lista completa de actividades realizadas por usuarios, operadores y personal encargado de mantenimiento para garantizar el correcto y continuo funcionamiento de una planta, maquina o vehículo.

Este tipo de mantenimiento se diseño con la finalidad de prever y anticiparse a los fallos de las maquinas y equipos, utilizando para ello una base de datos de los distintos sistemas, subsistemas y partes.

Basados en lo anterior se diseña el programa con frecuencias de calendario, horas de operación, distancias recorridas para realizar la inspección, ajuste y reparación de las diferentes partes que componen la maquina o proceso, de igual manera se realizan con estas frecuencias cambios de aceite y lubricación que se consideran importantes realizar en los tiempos correctos para evitar fallos.

Con la implementación de este tipo de mantenimiento se puede garantizar la confiabilidad y mantenibilidad de la operación de los equipos, por ello es necesario llevar a cabo una planeación efectiva esperando con ello evitar los paros.

El mantenimiento preventivo está enfocado a aquellas acciones tales como reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, entre otras actividades realizadas en forma periódica de acuerdo a la frecuencia estipulada para el equipo.

Un programa eficiente de mantenimiento tiene por prioridad el cuidado e intervención de los equipos críticos del proceso que generen indisponibilidad del proceso.

El mantenimiento preventivo puede variar desde rutas de lubricación hasta el mas complejo sistema de monitoreo de las condiciones de operación de los equipos y sistemas.

El mantenimiento preventivo presenta una serie de beneficios que describiremos a continuación:

- Reducción de fallas repentinas y tiempos muertos, esto se traduce en un incremento en la disponibilidad de los equipos.
- Incrementa la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Optimiza la utilización de los recursos.
- Reduce los niveles de inventario debido a que un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencia en almacén.

### **2.2.1 Pasos para llevar un correcto mantenimiento preventivo**

- **Determinar metas y objetivos:** Es necesario tener totalmente claro que es lo que se quiere obtener del programa de mantenimiento preventivo, iniciando con el trabajo sobre una base limitada, para posteriormente expandirla cuando se obtengan resultados positivos.
- **Establecer los requerimientos del mantenimiento:** Defina que tan extenso será su programa de mantenimiento, es decir que debe incluir y donde debe iniciar. Para esto es necesario tener en cuenta los aspectos mencionados a continuación.

**a-** maquinaria y equipo a incluir (definir equipos críticos)

- b- áreas de operación a incluir
- c- definir el objetivo a cumplir con el mantenimiento
- d- implementar la medición del progreso del mantenimiento, esto ayudara a ver determinar qué resultados ha obtenido con la implementación y que mejoras se debe hacer
- e- reunir y organizar los datos obtenidos en los periodos definidos para la realización del mantenimiento

- **Procedimientos del mantenimiento preventivo:** un programa de mantenimiento deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada ciclo de inspección, a este listado se le conoce como rutinas.

Las rutinas permiten tener en cuenta pequeños detalles de los equipos a inspecciona, además contemplan el trabajo a hacer, diagramas a utilizar, partes a revisar, ajustes, reportes de condiciones, observaciones; que permitirán llevar a cabo detalladamente el mantenimiento planeado<sup>4</sup>

**2.2.2 Costos de implementación del mantenimiento preventivo** Antes de llevar a cabo la estructuración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo es necesario tener claridad en los costos que se incurrirán, algunos de estos costos se mencionaran a continuación divididos en 3 aspectos fundamentales.

- **Arranque**

El arranque del programa lleva asociado los siguientes costos

- a- Tiempo extra: al principio del proceso es necesario mucho tiempo para poder realizar estudios detallados y recolección de datos de los equipos o zonas a las

---

<sup>4</sup> RAMIREZ HERNANDEZ, Julio Francisco; *Plan de lubricación para el mantenimiento mecánico para la maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra, en la industria de construcción, por Topsa construcciones S.A. Guatemala, mayo 2007*

cuales se les implementara el programa, además del tiempo que demanda el ordenamiento de los datos, la realización de los manuales de mantenimiento y la determinación de los valores de frecuencia en que se dispararan las ordenes de trabajo.

- b- Tiempo de ayudantes: una vez seleccionados los equipos y recopilada toda la información necesaria para el programa, se necesita procesar esta información hasta llevarla a su estado final, bien sea implementando un programa de mantenimiento preventivo manual o en un programa sistematizado.
- c- Mano de obra: implica todo el personal técnico que cuenta con el conocimiento necesario para llevar a cabo los pasos que el programa determine realizar en cada equipo.

- **Almacenes**

Conforme aumente el mantenimiento preventivo de los equipos, aumentara el número de refacciones que se debe almacenar. De igual forma se necesitara información acerca de proveedores, tiempos de entrega, costos de transito, entre otros aspectos.

De esta manera se estará en posición para determinar un adecuado nivel de lubricantes, filtros, sellos, repuestos especiales, repuestos comunes, y otro sinnúmero de artículos de almacén usados en el mantenimiento preventivo.

Es necesario también determinar e identificar todas las herramientas comunes y especiales que se requieren, pues muchos programas de mantenimiento preventivo se ven afectados por no considerar relevante las herramientas necesarias.

- **Entrenamiento**

Determinar si se requiere algún tipo de entrenamiento y planear el mismo ayudara a la familiarización con el plan a implementar. Una completa familiarización con los pasos a seguir en el programa ayudara a reducir los tiempos de intervención de equipos para la ejecución de las tareas de mantenimiento, es necesario además

familiarizarse no solo con el programa sino con el equipo como tal, es decir conocer donde se localizan todos los puntos que se deben intervenir en la realización del mantenimiento.

### **2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO**

Un programa de mantenimiento preventivo en este tipo de maquinaria de remoción de material como son los cargadores ayuda en la determinación de fallas propias de su trabajo tales como fisuras por fatiga, desgaste abrasivo, taponamiento de puntos de lubricación, fugas de lubricantes y combustible, emisiones excesivas, aislamientos de los sistemas eléctricos, pérdidas de presión en los componentes hidráulicos, daños en bombas, mal funcionamiento de la secuencia de cambios, entre otros muchos daños que se pueden prevenir con rutinas de un programa de mantenimiento preventivo.

Como se menciona con anterioridad, para poder establecer un programa de mantenimiento preventivo adecuado, es importante establecer la importancia del equipo para el proceso, es decir que tan crítico o qué nivel de criticidad representa una falla del equipo para la operación o el proceso productivo.

**2.3.1 Definición de falla.** Es el cese de una entidad para realizar una función específica. El término entidad equivale a un equipo, conjunto, sistema, máquina o ítem. En un equipo pueden fallar las funciones principales: Que son aquellas para las que fue diseñado el equipo. O bien las funciones Secundarias que son las que cumplen funciones de apoyo a las principales. De igual forma pueden presentar falla las funciones Terciarias son las que cumplen aspectos de estética.

**2.3.2 Criticidad de equipos.** Una planta o empresa usualmente comprende muchos tipos de equipos, sin embargo no todos son igualmente importantes. Los más importantes requieren mayor atención y mayores esfuerzos ya que se espera que sobre ellos recaiga la mayor parte del corazón del negocio. Para poder

priorizar y enfocar las actividades de mantenimiento, se asignan niveles de criticidad que sigan un estándar establecido.

- **Equipos críticos A**

Es todo aquel equipo que como resultado de la falla, provoca el paro inmediato de la línea de producción o proceso.

- **Equipos críticos B**

Es todo aquel equipo que como resultado de la falla, provoca el paro de la línea de producción o proceso en las próximas 24 horas. Es todo aquel equipo que como resultado de la falla, provoca la reducción de la producción de la línea durante las siguientes 24 horas.

- **Equipos críticos C**

Es todo aquel equipo que como resultado de la falla, no afecta la línea de producción durante las siguientes 24 horas.

Para la realización de las rutinas de mantenimiento de cada uno de los equipos se tuvieron en cuenta los aspectos anteriormente mencionados para poder de esta forma determinar los equipos que en realidad cumplen una función primordial en la operación y centrar la atención y disponibilidad del personal técnico para sus mantenimientos.

## **2.4 TRIBOLOGÍA**

Un aspecto importante para evitar el daño en los componentes móviles de estos equipos es la correcta lubricación, teniendo en cuenta los intervalos y los tipos de lubricantes recomendados para este fin.

Es de suma importancia seleccionar el lubricante adecuado para los diferentes compartimentos y partes, ya que la selección incorrecta también conlleva a la ocurrencia de averías y fallas que pueden ser catastróficas para la vida de la máquina.

Aparte de la correcta selección y aplicación de las grasas y aceites es muy útil para evitar fallas en estos equipos el estudio tribológico de los mismos pues este tipo de estudios nos permiten determinar el estado de desgaste de piezas tan importantes como las de un motor o una transmisión así como el estado del lubricante al momento de retirarlo.

**2.4.1 Análisis de aceites.** Básicamente un análisis de este tipo evalúa la degradación del aceite y detecta las indicaciones iniciales de desgaste de los componentes internos del lugar de origen del aceite que bien podría ser el cárter de un motor, un diferencial, una red hidráulica o una servotransmisión. Un completo análisis de aceites se divide en las siguientes categorías.

**2.4.2 Régimen de desgaste de componentes.** Evalúa el desgaste que está ocurriendo dentro del compartimiento lubricado, el analista utiliza los resultados del análisis elemental y de las pruebas de conteo de partículas para evaluar el desgaste y posteriormente usando el análisis de tendencias y las tablas de desgaste se determina si el desgaste es normal o anormal.

**2.4.3 Estado del aceite.** Se usa para determinar si el aceite se ha degradado, se hacen pruebas para comprobar la oxidación, la sulfatación y la viscosidad del aceite.

**2.4.4 Contaminación del aceite.** Se realiza para determinar si ha entrado algún componente perjudicial al compartimiento de aceite. Este análisis se basa en los resultados de las siguientes pruebas: análisis elemental, hollín, conteo de partículas, dilución de combustible, agua y glicol.

**2.4.5 Identificación del aceite.** El uso de un aceite incorrecto en un compartimiento puede dañar gravemente los componentes principales. El analista utiliza los resultados del análisis elemental y de viscosidad para identificar las características fundamentales del aceite.

Estos cuatro tipos de análisis se usan para vigilar el estado de las maquinas y para ayudar a identificar los posibles problemas.

Para el caso de este proyecto el análisis de aceite es llevado a cabo en los laboratorios de lubricantes del oriente que es la distribuidora de lubricantes mobil en Bucaramanga.

Los lubricantes usados en nuestros equipos son los mencionados en la siguiente tabla

Tabla 1. Lubricantes usados en la lubricación de los equipos

<b>Deposito</b>	<b>Nombre del lubricante</b>
Motor	Mobil Delvac MX 15 W 40
Servotransmisión	Mobil Delvac 1340
Sist. Hidráulico	Mobil DTE 26
Diferenciales	Mobil HD 85 W 140 Mobil HD 80 W 90
Puntos de engrase	Mobilgrease XHP 222

Fuente: El autor

## **2.5 IMPORTANCIA DE LAS RUTINAS DE LUBRICACIÓN**

La elaboración e implementación de las rutinas de lubricación de los equipos sirve para definir diversos parámetros importantes de esta importante labor.

Es de vital importancia la escogencia, el uso y suministro de los lubricantes correctos, pues la determinación incorrecta de estos puede provocar daños irreparables y disminución acelerada en la vida de la maquinaria.

La implementación de una correcta rutina de lubricación garantiza la operación continua de los equipos y de igual forma ayuda a la mitigación del desgaste causado por la abrasión del ambiente de trabajo.

Además de la escogencia adecuada de los lubricantes, es de suma importancia para la vida de los equipos realizar el análisis tribológico respectivo, pues la realización de este estudio permite detectar y prevenir fallas en los diferentes compartimentos donde se encuentra el aceite realizando un trabajo.

Para obtener las muestras de aceite en los intervalos adecuados, se debe establecer un programa o llevar un registro de horas de trabajo del motor, de tal forma que los periodos de toma de muestras de aceite no se realicen de manera prematura o en un periodo de tiempo diferente al adecuado para no obtener resultados erráticos.

Comúnmente los intervalos de muestreo han sido de 250 horas para motores y 500 horas para todos los otros compartimientos. Sin embargo, en aplicaciones de servicio severo, se recomienda un muestreo más frecuente del aceite. El servicio severo para compartimientos lubricados ocurre con cargas altas, altas temperaturas y condiciones polvorientas. Si existe alguna de estas condiciones, deben tomarse muestras de aceite del motor cada 125 horas y de los otros compartimientos de la máquina cada 250 horas. Estas muestras adicionales aumentaran la posibilidad de detectar una avería potencial.

### **3. EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS**

En los últimos tiempos, los adelantos en la tecnología de ingeniería y el creciente uso de sistemas hidráulicos han permitido tener a nuestra disposición equipos de construcción más versátiles y efectivos. Los cables grandes, los voladizos y los malacates se han sustituido por bombas hidráulicas, émbolos y mangueras que ocupan un menor espacio en la maquina y permiten un mayor margen de movimiento durante la operación.

El uso de los equipos hidráulicos y materiales de construcción más fuertes han aumentado considerablemente las capacidades de operación de los equipos de construcción modernos. Este aumento de capacidades exige el uso de fluidos hidráulicos y lubricantes de calidad que toleren condiciones de operación estrictas.

Es por esta razón que el cuidado y la atención oportuna de estas maquinas, así como el suministro de los lubricantes idóneos para su correcta operación garantizan la disponibilidad permanente de los equipos para poder cumplir con todas las actividades que con la ayuda de ellos se realizan en la planta de CEMEX Bucaramanga.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA BUCARAMANGA**

En planta Bucaramanga se cuenta con este tipo de equipos para el transporte de materias primas de los diferentes lugares de los patios de acopio hasta las tolvas; es decir estos equipos cumplen funciones de alimentación de las diferentes tolvas de materias primas, pero además prestan el servicio de remoción, apilamiento y cargue de materiales procesados.

Entre estos materiales se encuentran principalmente el yeso y la caliza provenientes de la mina y que son alimentados a la tolva del área de trituración, también estos equipos alimentan la tolva de clinker en el área de molienda y en el área de agregados remueven, apilan y cargan a las volquetas materiales como grava 3/4", grava 3/8", arena caliza, arena de río y yeso triturado.

Diariamente el equipo móvil de planta Bucaramanga garantiza a la operación el movimiento de aproximadamente 1400 Toneladas / día de materias primas.

### **3.1.1 Cargador Caterpillar 950H**

Este es el equipo de mayor capacidad con que cuenta la planta Bucaramanga, es un cargador de última tecnología con una capacidad de remoción en el balde de 3.5 metros cúbicos de material.

Cuenta con un motor turbocargado de tecnología Acert C7\* de 4 tiempos y 6 cilindros con una cilindrada total de 11100 centímetros cúbicos que proporciona una potencia neta de 197 hp. Este cargador es de doble tracción y bastidor articulado, con una servotransmisión planetaria de 4 velocidades de avance y 4 de retroceso que permite un máximo rendimiento en la operación.

El cargador Cat 950H trabaja usualmente en la alimentación de la tolva de yeso y la tolva de clinker, pero además opera en los patios de yeso triturado realizando el cargue de volquetas y tracto camiones.

En promedio este equipo opera alrededor de 18 horas durante el día en condiciones severas, razón por la cual se clasificó como un equipo crítico tipo A, pues como resultado de la falla de este, provoca el paro inmediato de la línea de producción o proceso.

Este cargador fue adquirido por la planta Bucaramanga en el año 2006 como reemplazo del saliente cargador Caterpillar 966 el cual fue retirado por caducidad de su vida útil.

El equipo es presentado durante su operación en el patio de clinker y después de salir de una sesión de mantenimiento en las figuras 7 y 8.

---

\* ACERT 7. Marca registrada de motores de alto rendimiento implementada por Caterpillar en 2005.

Figura 7. Cargador CAT 950H en operación



Fuente: El autor

Figura 8. Cargador CAT 950H después de mantenimiento



Fuente: El autor

### **3.1.2 Cargador Volvo L90 BM**

Originalmente este cargador pertenecía a la operación cemento, es decir al abastecimiento de las tolvas de clinker, yeso y caliza; en la actualidad este equipo pertenece solo a la operación del área de agregados, alimentando solo la tolva de esta área con caliza y crudo de río. De igual forma este vehículo trabaja en el cargue de volquetas y mulas con gravas de 3/4" y 3/8", arena caliza y arena de río aunque eventualmente trabaja en el cargue de clinker.

Este equipo tiene una capacidad de remoción en el balde de 2.1 metros cúbicos, con un motor turbocargado de 145 hp y 6 cilindros con una cilindrada de 5500 centímetros cúbicos. Es un cargador de doble tracción con bastidor articulado que opera en promedio 15 horas diarias.

De acuerdo a su importancia en la operación se clasificó como un equipo crítico tipo B debido a que como resultado de su falla, provoca la reducción de la producción de la línea durante las siguientes 24 horas.

Este cargador fue adquirido por la planta en el año de 1988 para la ampliación de la producción cementera.

Antes de implementarle las rutinas de mantenimiento y lubricación, este cargador fue reparado, pintado y sometido a un proceso de corrección de fugas y recuperación de puntos de engrase que se encontraban inhabilitados.

El equipo es presentado durante una reparación y en su estado actual en las figuras 9, 10 y 11.

Figura 9. Cargador Volvo en reparación



Fuente: El autor

Figura 10. Estado anterior del cargador



Fuente: El autor

Figura 11. Estado actual del cargador



Fuente: El autor

### **3.1.3 Cargador Caterpillar 910 IT**

Es el equipo más antiguo y pequeño con que cuenta la planta, posee un motor de 90 hp y 4 cilindros, con una cilindrada de 5000 centímetros cúbicos.

Este equipo tiene una capacidad de remoción en el balde de 1.5 metros cúbicos y se usa como contingente o equipo de apoyo para la operación.

La mayor parte del tiempo opera en el transporte de repuestos y materiales necesarios para la realización de los mantenimientos en las diferentes áreas de la planta.

El termino **IT** (Integrated Tools) hace referencia a que es un equipo de herramientas intercambiables por medio del acoplador rápido instalado en sus brazos que le permite usar el balde para remover material, el boom para cargar

herramientas o repuestos y el estibador para el apilamiento de sacos y laminas metálicas.

En promedio este equipo opera 8 horas al día, siendo el cargador al que menos uso se le da y que menor exposición tiene a condiciones severas de operación.

Este cargador también fue sometido a un proceso de reparación de la servotransmisión y a un proceso de pintura como punto de partida para la implementación de las rutinas de mantenimiento.

Fue adquirido por la planta en el año de 1980 como apoyo a la operación del ya extinto cargador CAT 966, es clasificado como equipo no crítico o de poca criticidad pues si ocurre falla de alguno de sus componentes la operación no se ve afectada. Razón por la cual los intervalos de mantenimiento para este equipo no se modificaron sino que se ciñeron a las recomendaciones que el fabricante nos facilita en los manuales de operación uso y cuidado.

En las figuras 12 y 13 se muestra el equipo durante su reparación y el estado actual.

Figura 12. Cargador 910 en proceso de reparación



Fuente: El autor

Figura 13. Estado actual del cargador 910



Fuente: El autor

### **3.1.4 Bulldózer Caterpillar D6C**

Este equipo trabaja básicamente en los patios de yeso, caliza y crudo de río en labores de apilamiento de materias primas y de distribución de estos en los acopios.

Es un equipo modelo 1975 que cuenta con un motor de 6 cilindros y 140 hp. En vez del balde presenta una cuchilla topadora de 2.5 metros de longitud que le permite realizar el trabajo para el que fue diseñado.

En vez de ruedas este equipo se desplaza por medio de orugas o cadenas que le permiten una gran fijación en los terrenos donde realiza la actividad; no posee bastidor articulado porque sus movimientos laterales y de cambio de dirección los realiza apoyándose en la oruga del lado donde se quiera realizar la maniobra.

Además del apilamiento de materias primas este equipo también realiza tareas de nivelación de terrenos en los caminos de la planta que conducen a los patios de acopio.

A pesar de realizar un trabajo importante y pesado no es un equipo con gran criticidad pues en el caso de su falla sus labores pueden ser realizadas por los cargadores con que se cuenta en planta.

La figura 14 muestra el equipo en el patio de yeso.

Figura 14. Bulldozer CAT D6C



Fuente: El autor

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS EQUIPOS**

Antes de realizar este proyecto, el equipo móvil de planta Bucaramanga no contaba con ninguna clase de programa de mantenimiento estipulado, razón por la

cual generalmente se llevaban a cabo procesos de mantenimiento correctivo cuando cualquiera de los equipos dejaba de funcionar.

Las actividades de lubricación de los equipos se llevaban a cabo parcialmente o no se hacían, pues las herramientas con que se llevaban a cabo estas tareas de engrase y lubricación de partes móviles eran muy rudimentarias y además de demandar demasiado tiempo de ejecución, demandaban también la presencia de dos personas para realizar la labor, ocasionando que generalmente el operador del área de trituración suspendiera la operación de su área para brindar apoyo al operador del cargador y se incurriera en tiempos muertos de producción durante el periodo de duración de la tarea de engrase.

Por esta razón la operación de engrase no se realizaba con continuidad traduciéndose esta situación en daños en los pasadores y bujes de los brazos del equipo así como daños en los rodamientos de las articulaciones y daños en las crucetas del cardan que obligatoriamente inutilizaban el equipo.

Además de lo anteriormente descrito en los equipos los cambios de aceites no se hacían en un periodo determinado sino cuando el equipo se paraba; muchas veces se realizaba cambio de aceite sin realizar el cambio de filtros lo que contribuía al daño prematuro del motor y de los componentes del sistema hidráulico.

De igual forma los filtros de aire del motor duraban cuatro veces el tiempo recomendado de duración.

Aparte de las necesidades mencionadas anteriormente los equipos tampoco contaban con una programación de lavado por lo que materiales como el clinker se depositaban en la superficie de estos dañando la pintura y aislando los componentes eléctricos.

Otro aspecto relevante de no tener definido un programa de lavado se veía reflejado en la falla de componentes hidráulicos tales como mangueras y

retenedores lo que ocasionaba constantes fugas y pérdidas de eficiencia de estos sistemas.

### 3.3 ESTRUCTURA DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Como punto de partida para la construcción de las rutinas de mantenimiento se llevo a cabo la elaboración e implementación de los formatos de revisión diaria, estos formatos sirven para que cada turno los operarios de los equipos revisen los sistemas más relevantes e importantes de la maquina.

En estos formatos de revisión, ver figura 15, se estipularon todos los sistemas que componen el equipo y cada parte específica a revisar de acuerdo con su importancia para la correcta operación del equipo para poder de esta forma identificar las potenciales fallas reportadas por el operario y darle la atención necesaria antes de que se presente una condición de inoperatividad.

Figura 15. Formato de revisión diaria

CEMEX COLOMBIA		FORMATO DE REVISIÓN DE CARGADOR							
EQUIPO:	HOROMETRO:	SUPERVISOR:							
FECHA:		TECNICO:							
<b>ANTES DE LA REVISIÓN</b>									
Dirija el equipo a una area nivelada, aplique el freno de parqueo y apague el motor									
Realice contacto verbal con el operador, esto se realiza fuera de la cabina									
Instale las cuñas de bloqueo llantas delanteras y traseras									
Verifique el area, retire el personal y encienda el equipo									
Cierre el swith y asegure el equipo con candados y bloquee con pasadores y cañuelas									
<b>OBSERVACIONES DEL OPERADOR DEL EQUIPO</b>									
<b>RUTA DE INSPECCION DE EQUIPO MOVIL (INSPECCION VISUAL)</b>									
	BUENO	REGULAR	MALO	FUGAS	ROTURAS	CAMBIAR	AJUSTAR	LUBRICAR	NOTAS
Bateria izquierda									
Estado de guardas y chapas motor									
Estado del master del equipo									
Estado de las puertas del motor									
Tope basculante diferencial trasero									
Tornillos de tope basculante									
Soportes de radiador y motor									
Estado del alternador									
Estado de las correas de motor									
Estado bomba de inyeccion									
Estado de multiple de escape									
Estado del turbocompresor									
Freno Delantero Izquierdo									

Fuente: El autor

Además del formato de revisión diaria también se elaboro las guías de mantenimiento para los equipos, donde se estipulan los intervalos en horas de las intervenciones a realizar a todos los componentes de la máquina; para realizar cada mantenimiento en el tiempo establecido se lleva diariamente un control en el horómetro del equipo, cada intervalo definido involucra inspecciones, cambios de aceites, zonas a lubricar y diversos procedimientos a realizar para el cuidado de los componentes de la maquina; cabe resaltar que aunque el fabricante sugiere ciertos intervalos de acuerdo a su conocimiento de la maquina, las condiciones donde el equipo opera y los esfuerzos a los que se vea sometido determinan la modificación de las operaciones definidas, es decir en algunos casos es necesario hacer procedimientos con más frecuencia que la sugerida por el fabricante, pues este determina los periodos para condiciones normales de operación.

Otro aspecto que nos llevó a modificar las frecuencias sugeridas por el fabricante es el hecho de tener el equipo en un medio para el cual no fue pensado, pero para el que sí está en la capacidad de prestar servicio. Es común ver este caso en muchos equipos que fueron pensados para el trabajo en construcción y remoción de tierras que se encuentran trabajando con materiales mucho más agresivos y degradantes.

Anexo a cada procedimiento a realizar se encuentran las fotografías de todos los sitios donde se realizara la labor al igual que la localización exacta de todos los componentes a intervenir en cada mantenimiento.

Los intervalos tomados para la elaboración de la guía fueron definidos así.

- Mantenimiento cada 10 horas
- Mantenimiento cada 50 horas
- Mantenimiento cada 250 horas
- Mantenimiento cada 500 horas
- Mantenimiento cada 1000 horas
- Mantenimiento cada 2000 horas

### 3.4 ESTRUCTURA DE LAS RUTINAS DE LUBRICACIÓN

Para llevar a cabo la elaboración de las rutinas de lubricación, en primera instancia se realizó la homologación de todos los lubricantes de los equipos a lubricantes de la marca Mobil, pues a algunos se les suministraba aceites de la marca Caterpillar. Por esta razón en las fichas de lubricación de los equipos se especificó todos los lubricantes a utilizar en los diferentes compartimentos donde se deposita aceite y donde se suministra grasa a los cargadores, también se especifica la frecuencia de realización y cantidad de lubricante a utilizar, de igual forma se ilustra mediante fotografías los puntos de engrase y los diferentes depósitos de aceite con sus respectivas mirillas indicadoras de nivel.

Figura 16. Descripción de las rutinas de lubricación

**FICHA TÉCNICA DE LUBRICACIÓN EQUIPO MÓVIL  
PLANTA BUCARAMANGA**



● Buje delantero lado derecho del cilindro de la H de levante   
 ● Buje inferior pivote cuchara lado derecho   
 ● Buje intermedio pivote cuchara   
 ● Buje unión biela con balancín

INFORMACIÓN GENERAL							
EQUIPO:	CARGADOR	DESCRIPCIÓN:	CAT 950H				
UBICACIÓN:		MARCA:	CATERPILLAR				
MODELO:		POTENCIA:					
DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS							
SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	MÉTODO
●	Buje delantero lado derecho del cilindro	Mobilux EP-2	26 gr	Reengrase	Diano o Cada 10 H	Autónomo	Engrasadora 6 Obturaciones
●	Buje inferior pivote cuchara lado derecho	Mobilux EP-2	22 gr	Reengrase	Diano o Cada 10 H	Autónomo	Engrasadora 5 Obturaciones
●	Buje intermedio pivote cuchara	Mobilux EP-2	22 gr	Reengrase	Diano o Cada 10 H	Autónomo	Engrasadora 5 Obturaciones
●	Buje unión biela con balancín	Mobilux EP-2	22 gr	Reengrase	Diano o Cada 10 H	Autónomo	Engrasadora 6 Obturaciones

● Información Del Vehículo  
● Símbolo De Frecuencias De Realización  
● Cantidad De Lubricante A Aplicar.  
● Forma De Realización

Fuente: El autor

Otro ítem importante incluido en las cartas de lubricación de los equipos es el establecimiento de las frecuencias de muestreo de los diferentes aceites que se envían a laboratorio y la cantidad a enviar de cada muestra.

Complementario a estas cartas se elaboro un formato donde además de los aceites a utilizar en cada equipo, se referencian los filtros necesarios para los

cambios de aceite a efectuar, esta referencia obedece al número de parte definido por el fabricante y a un código estándar que se maneja dentro de la compañía, lo que evita que se utilicen eventualmente filtros equivocados que ocasionen daños o poco rendimiento en el sistema donde son instalados.

Para la determinación de los lubricantes correctos a utilizar se tuvieron en cuenta las sugerencias de los fabricantes en cuanto a requerimientos de los aceites y las grasas, y de esta forma se llevo a cabo la homologación de todos los equipos a aceites y grasas de la marca Mobil.

En las grasas se realizo un cambio sustancial debido a que en un principio no se tenía una rigurosidad definida para realizar esta labor y además se utilizaba una grasa multipropósito que no permitía obtener los mejores resultados ya que este tipo de grasas no soportan ciertas condiciones severas a la que son sometidos los equipos y en determinado momento dejaban de ejercer su acción lubricante y sellante permitiendo el paso de material particulado que taponaba los bujes y los conductos de las graseras. Con la asesoría del ingeniero de lubricación de la empresa mobil se llevo a cabo la escogencia de una grasa con componentes resistentes a las condiciones severas de trabajo (bisulfuro de molibdeno) y se realizó una prueba piloto en el cargador Caterpillar 950H que es el equipo más crítico para la operación de transporte de materias primas, arrojando resultados satisfactorios por lo cual se empezó a utilizar este nuevo lubricante en los demás equipos.

Como solución al problema de las herramientas usadas para el engrase de los cargadores se adquirió una bomba de engrase neumática con la cual se agilizo y mejoro sustancialmente el proceso de lubricación de todas las partes que lo necesitan. Entre otras cosas esta nueva bomba evita el taponamiento de las graseras pues la presión de inyección de grasa en los puntos es tal que permite eliminar todo tipo de material que represente obstrucción a la entrada de la grasa. Con esta nueva herramienta la tarea de lubricación pasó de tomar aproximadamente dos horas a tomar como tiempo máximo 15 minutos para su

ejecución y además la tarea es realizada por el mismo operario del cargador sin necesitar de la ayuda de operarios de otras áreas de la planta. En las figuras 17 y 18 se ilustran las bombas de engrase anterior y actual.

Figura 17. Antigua bomba de engrase



Fuente: El autor

Figura 18. Actual bomba de engrase



Fuente: El autor

## **4. RUTINAS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Para la elaboración de las rutinas de mantenimiento y de lubricación se realizaron pruebas piloto en uno de los cargadores y basados en los resultados obtenidos se definieron los intervalos adecuados para la realización de cada mantenimiento para nuestras condiciones específicas de operación en la planta.

Los intervalos son cuantificados por medio del horómetro con que cuenta cada cargador.

Las cartas de lubricación se realizaron para el cargador al que se le realizaron las pruebas, y sobre las cartas iniciales se elaboraron las del resto de equipos contando con la ayuda de los técnicos y operarios para la depuración y presentación final.

### **4.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO**

A continuación se muestran las rutinas de mantenimiento y de inspección diaria realizadas para el cargador Caterpillar 950H que representa el equipo más crítico de planta Bucaramanga.

En cada equipo de la planta se encuentra este instructivo para que los operarios tengan en cuenta los procedimientos a realizar en cada intervalo de mantenimiento.

#### **4.1.1 Procedimiento para el cargador CAT 950 H**

##### **Procedimiento Cargador CAT 950H**

##### **Seguridad industrial**

El equipo debe estar apagado.

Antes de realizar cualquier trabajo analice los riesgos que representa y tome todas las medidas de seguridad al ejecutarlo (**diligencie el análisis de trabajo seguro, ATS**).

El servicio que no se hace correctamente puede implicar riesgos.

Si tiene alguna duda del servicio a realizar al vehiculo, consulte a su jefe inmediato.

**1** .Bloquee el equipo con su respectiva tarjeta de bloqueo

Bloquee las ruedas con calzos o cuñas.

**2** .Use siempre casco de protección, gafas, guantes, calzado de seguridad y todas las protecciones necesarias que la naturaleza de trabajo exija.

**3** .No camine nunca por superficies de la maquina que no estén destinadas o preparadas para andar por ellas, tales como tapas del motor.

**4** .Manténgase alejado de las cercanías de la articulación del bastidor a menos que este montado el respectivo bloqueo.

**5** .Apague el motor antes de abrir sus tapas o las cubiertas del radiador.

**6** .No suelte ningún tapón ni tubería de presión sin haber descargado antes toda presión remanente del sistema (para trabajos en frenos o sistemas hidráulicos).

**7** .Tenga cuidado con las piezas y fluidos calientes que puedan causar quemaduras a quien realiza el trabajo.

**8** .No realice ningún trabajo en la maquina sin disponer de los conocimientos adecuados sobre la maquina para hacerlo.

**9** .Nunca lleve objetos ni joyas que puedan engancharse al trabajar en la maquina.

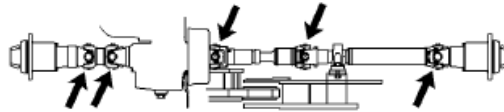
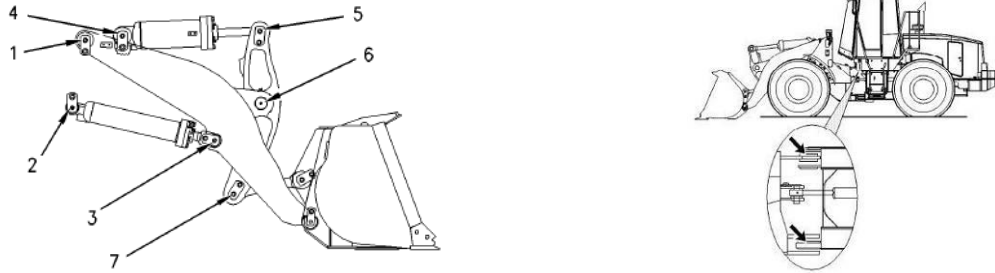
**10** .No realice nunca ningún trabajo si se siente cansado, ó esta bajo efectos de medicinas.

#### **4.1.2 MTTTO 10 H**

**1-** Llevar a cabo la lubricación de todos los puntos especificados en las cartas de atención básica

**2-** Limpie las conexiones de engrase (graseras) antes de aplicar el lubricante.

Figura 19. Puntos de engrase



Fuente: El autor

**3-** Identifique las conexiones averiadas o taponadas y repórtelas en el formato de autónomo o inspección diaria para ser reparadas.

**4-** Revisar cuchillas y puntas del balde.

**5-** Verifique el nivel del refrigerante.

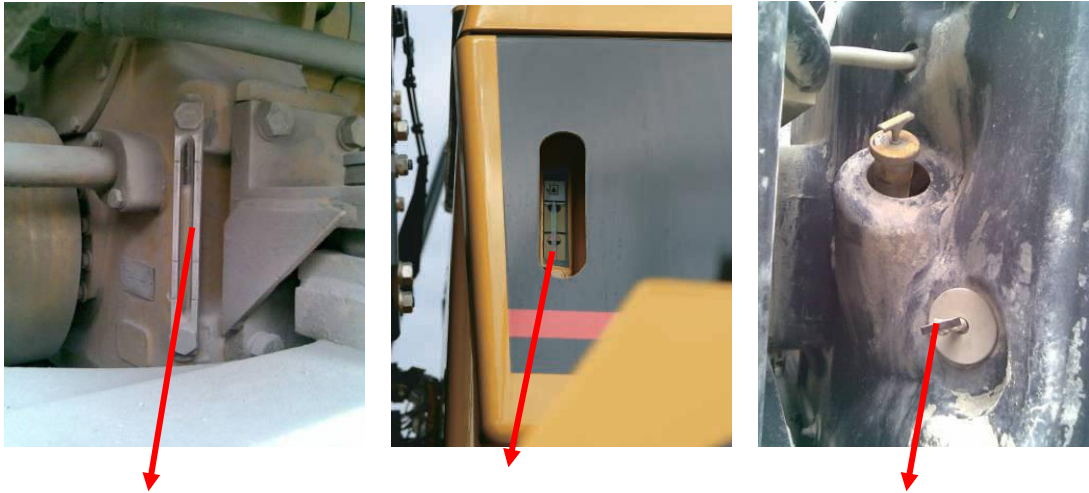
Figura 20. Mirilla De Refrigerante



Fuente: El autor

6- Verifique los niveles de aceite de motor, aceite hidráulico y servotransmisión.

Figura 21. Diversas mirillas de aceite

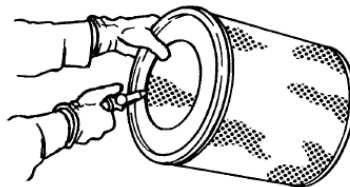


**Mirilla Servotransmisión    Mirilla Aceite Hidráulico    Varilla Nivel De Motor**

Fuente: El autor

7- Revisar y limpiar con aire comprimido el antefiltro de aire y verificar su estado.

Figura 22. Limpieza del filtro de aire



Fuente: El autor

8- Revisar y drenar el filtro primario del sistema de combustible teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- 8.1-** Abra el capó del motor y ubique el separador de agua que se encuentra en la parte inferior del filtro primario de combustible, al lado derecho de la máquina.
- 8.2-** Conecte una manguera a la válvula de drenaje y ábrala. Deje que el agua y el combustible drenen en un recipiente adecuado.
- 8.3-** Cierre la válvula de drenaje apretándola firmemente para evitar la entrada de aire en el sistema de combustible y baje el capó.

Figura 23. Filtro primario de combustible



Fuente: El autor

#### **4.1.3 MTTO 50 H**

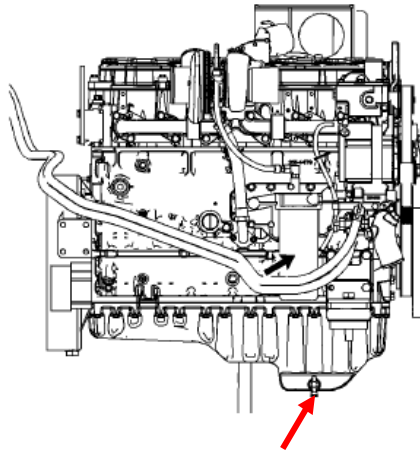
- 1-** Llevar a cabo la lubricación de todos los puntos especificados en las cartas de atención básica para este periodo de tiempo.
- 2-** Tenga en cuenta que en este periodo están todos los puntos de la articulación del equipo por tanto trate al máximo de posicionar el equipo de la manera mas cómoda para trabajar y llegar a cada punto de conexión de engrase (graseras) sin que usted sufra ningún riesgo.
- 3-** Comprobar presión de operación de los neumáticos (entre 50 y 60 psi) y calibrar si es necesario.
- 4-** Someter el vehiculo a lavado completo de todas sus partes.

#### 4.1.4 MTTO 250 H

##### 1- Cambiar aceite y filtro de aceite del motor:

- 1.1- Esté preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados, los residuos peligrosos como trapos impregnados de grasas, aceites y combustibles deben ser depositados en canecas rojas. Tenga preparado aserrín en caso de un eventual derrame al de abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.
- 1.2- Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta
- 1.3- Abra el capo del motor
- 1.4- Localice el tapón de drenaje que esta ubicado en el lado izquierdo del carter de aceite del motor hacia la parte trasera de la maquina. deje que el aceite drene completamente y posterior a esto cierre el tapón.

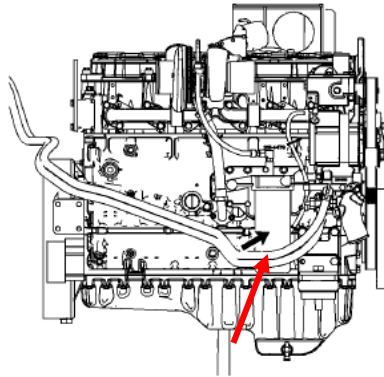
Figura 24. Llave de drenaje del carter de motor



Fuente: El autor

- 1.5- Con una llave de banda o correa retire el filtro de aceite ubicado en el lado derecho del motor.

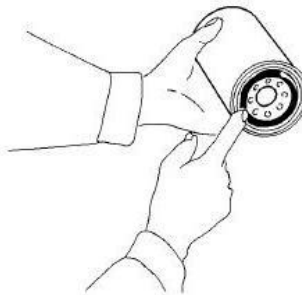
Figura 25. Filtro de aceite de motor



Fuente: El autor

- 1.6- Limpie la base de montaje de filtro asegurándose de retirar completamente todas las empaquetaduras usadas.

Figura 26. Base de montaje del filtro



Fuente: El autor

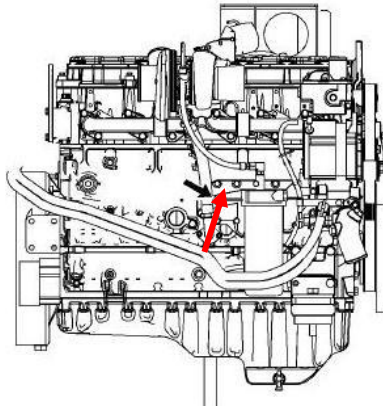
- 1.7- Aplique un poco de aceite en el sello del filtro nuevo, instálelo con la mano hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.
  - 1.8- Apriete el filtro de acuerdo con las instrucciones. para filtros de otras marcas utilice las instrucciones que se proporcionan con el filtro
  - 1.9- **Nunca** realice cambio de aceite de motor sin cambiar los filtros
- 2- Obtención de muestra de aceite del motor:**

**2.1-** Opere la maquina durante algunos minutos antes de obtener la muestra de aceite. Esto mezclara completamente el aceite del motor para obtener una muestra mas precisa.

**2.2-** Abra el capo del motor.

**2.3-** Use la válvula de muestreo para obtener la muestra de aceite del motor (ubicada a la izquierda del filtro de aceite hacia atrás)

Figura 27. Válvula de muestreo de aceite



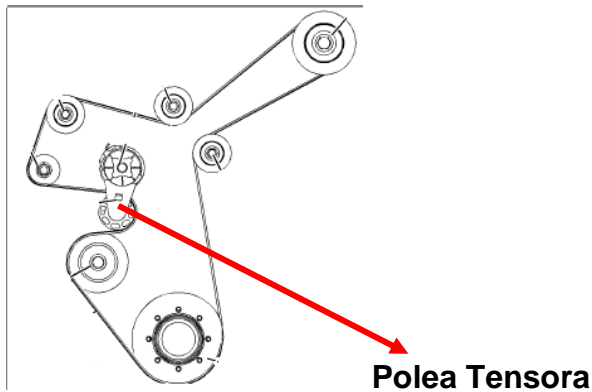
Fuente: El autor

**2.4-** Cierre el capo

### **3- Inspección visual y táctil de la correa:**

**3.1-** Con el motor apagado abra el capo y ubique la correa en forma de serpiente localizada en la parte trasera del motor

Figura 28. Polea tensora de la correa



Fuente: El autor

- 3.2- Inspeccione el estado de la correa (desgastada o deshilachada).
- 3.3- Si encontramos la correa sin la tensión suficiente, gire la polea tensora hacia la derecha para dar el ajuste necesario a la tensión.
- 3.4- En caso de encontrar la polea en muy mal estado, cámbiela por una nueva.

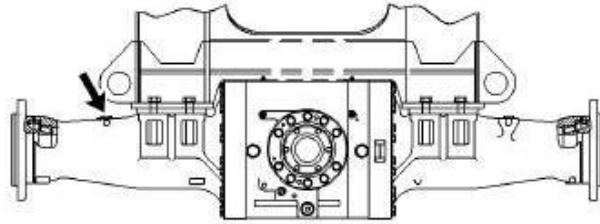
#### **4- Revisar el sistema de frenos**

- 4.1- Revisar estado general de frenos, discos/pastillas, líquido de frenos, completar nivel si se requiere.

#### **5- Revisar nivel de aceite del diferencial y mandos finales**

- 5.1- Antes de revisar el nivel de aceite, haga funcionar el equipo por varios minutos para estabilizar el nivel de aceite.
- 5.2- En una superficie totalmente horizontal. Retire la varilla de medición, límpiela con un paño y reinsértela, esto asegurará una medición más precisa del nivel de aceite.

Figura 29. Tornillo de nivel del diferencial



Fuente: El autor

**5.3-** Retire de nuevo la varilla de medición y verifique el nivel de aceite, mantenga este nivel entre la marca add (añadir) y la marca full (lleno), si es necesario añada aceite y complete el nivel.

**5.4-** Limpie la varilla e instálela nuevamente.

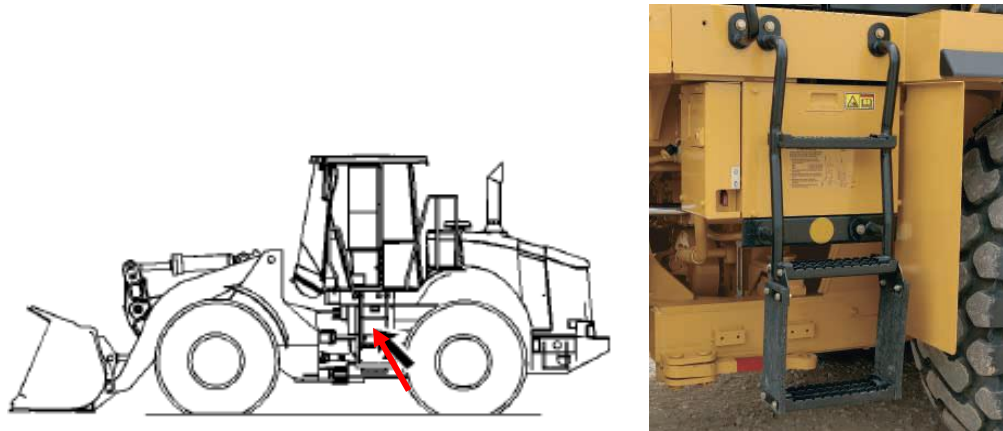
**5.5-** Repita los anteriores pasos para el otro diferencial.

## **6- Revisar baterías**

**6.1-** Abra el compartimiento de las baterías localizado al lado izquierdo de la maquina y retire el sujetador de las baterías.

**6.2-** Limpie los bornes y las superficies de las baterías con un trapo limpio, cubra los bornes con antisulfatante (gelatina de petróleo, grasa). Asegúrese de que los cables de las baterías estén firmemente instalados.

Figura 30. Compartimiento de las baterías



Fuente: El autor

**6.3-** Instale de nuevo el sujetador de las baterías, déle el apriete necesario, conecte todos los bornes, verifique que trabajen correctamente y cierre las tapas del compartimiento.

### **7- Revise el sistema de refrigeración (radiador)**

**7.1-** Revisar estado general radiador, reporte deformación u obstrucción en el panel.

**7.2-** Revise el estado general de las mangueras del sistema de refrigeración, identifique fisuras, abolladuras, discontinuidad de material, quemaduras.

**7.3-** Inspeccione visualmente fugas en la bomba de agua, por rotura del panel, por tapa del radiador en mal estado o por daño de mangueras.

#### **4.1.5 MTTO 500 H**

##### **1- Cambiar aceite y filtro de aceite del motor:**

**1.1-** Esté preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados antes de abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.

**1.2-** Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta.

**1.3-** Abra el capo del motor.

**1.4-** Localice el tapón de drenaje (vea ilustración en el mtto de 250h) que esta ubicado en el lado izquierdo del carter de aceite del motor hacia la parte trasera de la maquina. deje que el aceite drene completamente y posterior a esto cierre el tapón.

**1.5-** Con una llave de banda o correa retire el filtro de aceite ubicado en el lado derecho del motor.

**1.6-** Limpie la base de montaje de filtro asegurándose de retirar completamente todas las empaquetaduras usadas.

**1.7-** Aplique un poco de aceite en el sello del filtro nuevo, instálelo con la mano hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.

**1.8-** Apriete el filtro de acuerdo con las instrucciones. para filtros de otras marcas utilice las instrucciones que se proporcionan con el filtro.

**1.9- Nunca** realice cambio de aceite de motor sin cambiar los filtros.

##### **2- Obtener muestra del aceite del sistema hidráulico**

**2.1-** La válvula de muestreo del aceite hidráulico está localizada en la parte inferior del filtro (base) de aceite hidráulico que se encuentra debajo de la cabina en el lado derecho de la maquina.

Figura 31. Válvula de muestreo de aceite hidráulico

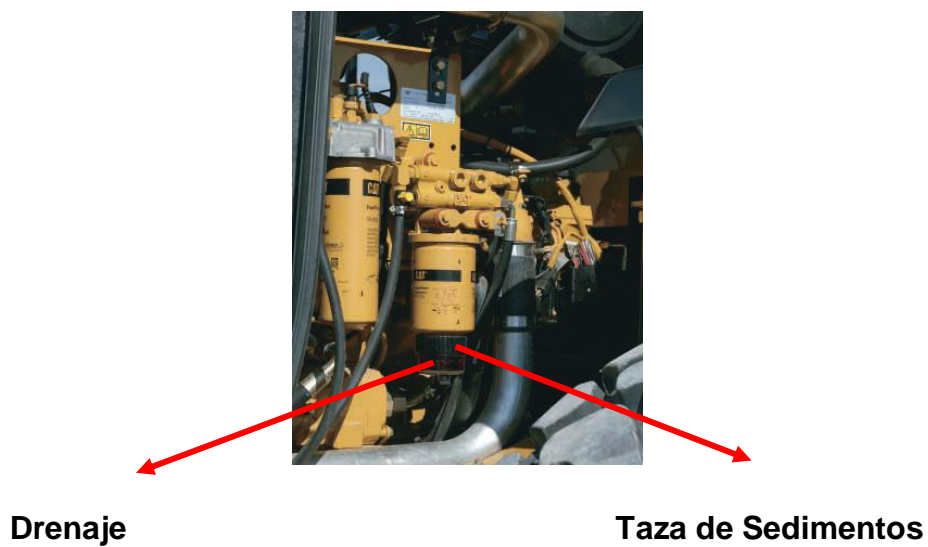


Fuente: El autor

**3-** Retirar y reemplazar el filtro primario del sistema de combustible teniendo en cuenta los siguientes pasos.

**3.1-** Abra el capó y localice el filtro primario en el lado derecho del motor.

Figura 32. Válvula de limpieza del filtro primario de combustible



Fuente: El autor

- 3.2- Abra la válvula de drenaje ubicada en la parte inferior del filtro y deje que el agua y el combustible drenen totalmente.
- 3.3- Remueva del filtro la taza de sedimentos y la taza del separador de agua y límpielos.
- 3.4- Con una llave de banda remueva el filtro de la base de montaje e inspeccione el sello anular de este (en caso de estar averiado, cámbielo).
- 3.5- Lubrique el sello con a.c.p.m limpio y colóquelo en la taza del separador de agua.
- 3.6- Coloque la taza de sedimentos en el elemento del filtro nuevo e instale el nuevo filtro con la mano hasta que toque la base de montaje y luego apriételo completamente con una llave de banda de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- 3.7- Cierre la válvula de drenaje del separador de agua.
- 3.8- Ceba el sistema de combustible para llenar el elemento.
- 3.9- **Nunca llene los filtros con combustible antes de instalarlos, esto puede ocasionar contaminación del combustible y causar el desgaste acelerado de los componentes del sistema. siempre ceba el sistema antes de arrancar el motor.**
- 4- **Retire y cambie el filtro de aceite del sistema hidráulico**
- 4.1- Identifique la ubicación de los filtros al lado derecho de la maquina debajo de la plataforma, son dos filtros que se deben cambiar durante este procedimiento.

Figura 33. Filtros de aceite hidráulico



### **Filtros De Hidráulico (vienen 2)**

Fuente: El autor

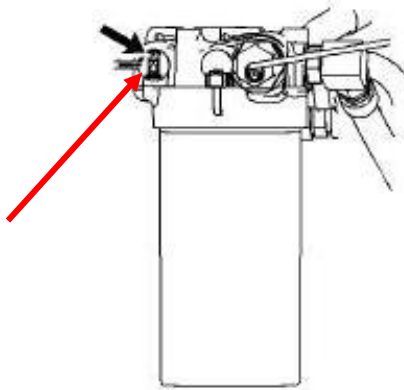
- 4.2-** Retire los filtros y limpie las bases de montaje quitando completamente todos los sellos usados.
- 4.3-** Coloque un poco de aceite hidráulico en los filtros nuevos e instálelos con la mano hasta que toquen las bases, luego proceda a apretarlos finamente con una llave de bandas.
- 4.4-** Arranque el motor y hágalo funcionar en vacío a baja velocidad asegurándose que no hayan fugas.
- 4.5-** Mantenga el nivel del aceite por encima de la marca “add cold” en la mirilla indicadora.

### **5- Tomar muestra de aceite de servotransmisión**

- 5.1-** Opere la maquina durante un corto periodo de tiempo antes de obtener la muestra, esto mezclara completamente el aceite de la transmision para obtener una muestra representativa.

**5.2-** Use la válvulas de muestreo en línea para obtener la muestra, esta válvula se encuentra ubicada en la base del filtro del aceite de la servo en el lado derecho del equipo debajo de la plataforma.

Figura 34. Toma de muestras filtro de hidráulico



Fuente: El autor

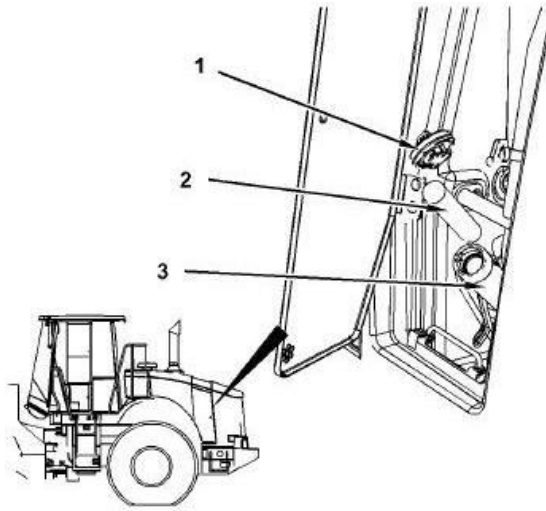
## **6- Tomar muestra de aceite del diferencial**

**6.1-** Los ejes no cuentan con válvulas de muestreo, por eso para obtener la muestra es necesaria una bomba de vacío, con la manguera de extracción retire el aceite de la abertura de llenado en el lado derecho de cada eje.

## **7- Limpiar tapa y colador del tanque de combustible**

**7.1-** Con el motor parado abra la puerta de acceso al lado izquierdo de la maquina.

Figura 35. Componentes del tanque de combustible



Fuente: El autor

**1-Tapa Tanque De Combustible**

**2- Colador De Combustible**

**3-Ducto Del Tanque De Combustible**

**7.2-** Quite la tapa y el colador del tanque de combustible.

**7.3-** Lave el colador y la tapa del tanque de combustible con un disolvente limpio.

**7.4-** Quite el sello e inspeccione si presenta algún daño, en este caso reemplace el sello e instale la tapa del tanque de combustible.

**8- Limpiar respiradero del carter**

**8.1-** Abra el motor y ubique el respiradero del carter ubicado al lado derecho. Afloje la abrazadera y retire la manguera de salida del respiradero.

Figura 36. Respiradero del carter del motor



Fuente: El autor

**8.2-** Saque el perno que sujeta el respiradero al motor.

**8.3-** Verifique el estado del sello en la tapa del respiradero, lave la tapa y el elemento y posteriormente sacúdalo o utilice aire comprimido para secarlo.

**8.4-** Inspeccione la manguera para identificar posibles daños.

**8.5-** Instale el respiradero e instale la manguera de salida y la abrazadera.

#### **4.1.6 MTT0 1000 H**

##### **1- Cambiar aceite de servotransmisión**

este preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados, los residuos peligrosos como trapos impregnados de grasas, aceites y combustibles deben ser depositados en canecas rojas. Tenga preparado aserrín en caso de un eventual derrame al de abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.

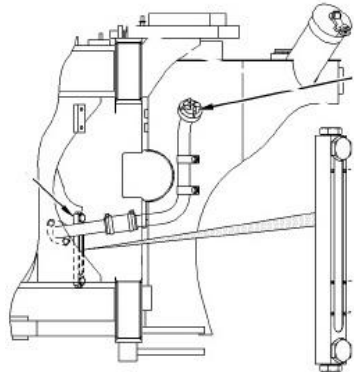
Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta.

**1.1-** opere el motor por unos minutos para calentar un poco el aceite de la transmisión.

- 1.2- localice el tapón de drenaje de la servotransmisión.
- 1.3- retire el tapón de drenaje del aceite, almacene el aceite usado en un recipiente, limpie el tapón y vuélvalo a instalar.
- 1.4- adicione aceite hasta llegar al nivel del indicador (mirilla).
- 1.5- cambie el filtro de aceite de la servotransmisión cada vez que realice un cambio de aceite.

**Nunca realice cambios de aceite de servotransmisión sin realizar el respectivo cambio de filtros, esto ayudara a largo plazo al mal funcionamiento y pérdida de vida útil de los elementos de máquina.**

Figura 37. Tapa de la servotransmisión



Fuente: El autor

## 4.2 RUTINAS DE LUBRICACIÓN

A continuación mostraremos las cartas de lubricación realizadas para el cargador Caterpillar 950H que representa el equipo más crítico de planta Bucaramanga.

En cada equipo de la planta se encuentra este instructivo para que los operarios tengan en cuenta los procedimientos a realizar en cada intervalo de mantenimiento.

**Para las rutinas de lubricación para el cargador CAT 950H.** En las tablas mostradas a continuación se especifican en detalle las frecuencias de lubricación,

los lubricantes a usar, la operación a realizar y la ilustración fotográfica de los diferentes puntos o lugares donde se debe ejecutar la actividad de engrase o la adición de aceites.



Buje central Balancín

Buje cilindro recoger balancín

Buje inferior pivote cuchara lado izquierdo

Buje Delantero lado izquierdo del cilindro de la H de levante







### INFORMACIÓN GENERAL

<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR		<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H			
<b>UBICACIÓN:</b>			<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR			
<b>MODELO:</b>	2006		<b>POTENCIA:</b>	197 HP			
<b>DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS</b>							
SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCION	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
●	Buje central Balancín	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario o Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje cilindro recoger balancín	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario o Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje inferior pivote cuchara lado	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario o Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje Trasero lado izquierdo del cilindro de la H de levante	Mobilgrease XHP 222 Special	26 gr	Reengrase	Diario o Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora

Tabla 2. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

Fuente: El autor

Tabla 3. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

 <b>FICHA TÉCNICA DE LUBRICACIÓN EQUIPO MÓVIL</b> <b>PLANTA BUCARAMANGA</b> 							
   							
<p>Buje delantero lado derecho del cilindro de la H de levante</p> <p>Buje inferior pivote cuchara lado derecho</p> <p>Buje intermedio pivote cuchara</p> <p>Buje unión biela con balancín</p>							
INFORMACIÓN GENERAL							
<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR		<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H			
<b>UBICACIÓN:</b>			<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR			
<b>MODELO:</b>	2006		<b>POTENCIA:</b>	197 HP			
<b>DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS</b>							
SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCION	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
●	Buje delantero lado derecho del cilindro	Mobilgrease XHP 222	26 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje inferior pivote cuchara lado	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje intermedio pivote cuchara	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje unión biela con balancín	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora



Fuente: El autor

Tabla 4. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H


 <b>FICHA TÉCNICA DE LUBRICACIÓN EQUIPO MÓVIL</b> <b>PLANTA BUCARAMANGA</b>							
							
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>							
<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR			<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H		
<b>UBICACIÓN:</b>				<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR		
<b>MODELO:</b>	2006			<b>POTENCIA:</b>	197 HP		
<b>DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS</b>							
SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
●	Bujes de la H y cilindro recogedor	Mobilgrease XHP 222	35 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Brazo de posición de la H	Mobilgrease XHP 222	26 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Buje Trasero lado derecho del cilindro	Mobilgrease XHP 222	26 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
▲	Crucetas Cardan lado derecho	Mobilgrease XHP 222	13 gr	Reengrase	Semanal ó Cada 50 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora

Fuente: El autor


Tabla 5. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

 <b>FICHA TÉCNICA DE LUBRICACIÓN EQUIPO MÓVIL</b> <b>PLANTA BUCHARAMANGA</b> 							
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>							
<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR		<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H			
<b>UBICACIÓN:</b>			<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR			
<b>MODELO:</b>	2006		<b>POTENCIA:</b>	197 HP			
<b>DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS</b>							
SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
●	Buje delantero lado izquierdo del cilindro de la H de	Mobilgrease XHP 222 Special	26 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	
●	Cilindro izquierdo dirección	Mobilgrease XHP 222	13 gr	Reengrase	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	
▲	Chumacera Cardan	Mobilgrease XHP 222	13 gr	Reengrase	Semanal ó Cada 50 H	Autónomo	
▲	Acople universal cardan	Mobilgrease XHP 222	18 gr	Reengrase	Semanal ó Cada 50 H	Autónomo	


Buje trasero lado izquierdo del cilindro de la H de levante




Cilindro izquierdo dirección



Chumacera cardan



Acople universal cardan



Fuente: El autor



Articulación Trasera      Bujes central superior      Bujes central inferior      Cilindro derecho dirección

**INFORMACIÓN GENERAL**

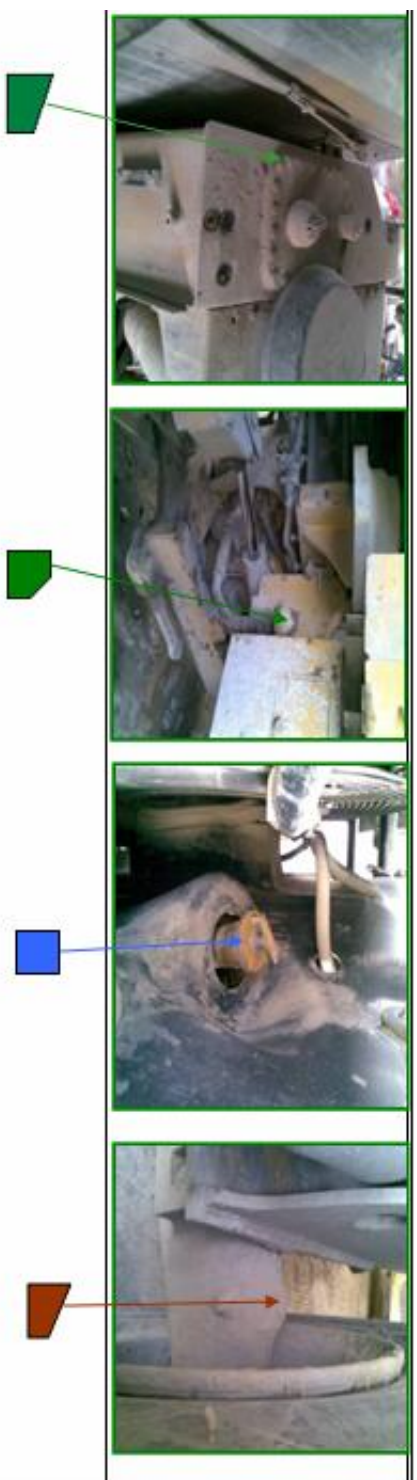
<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR	<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR
<b>MODELO:</b>	2006	<b>POTENCIA:</b>	197 HP

**DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS**

SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
▲	Puntos Articulación Trasera	Mobilgrease XHP 222	22 gr	Reengrase	Semanal O Cada 50 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
▲	Buje Central Articulación	Mobilgrease XHP 222	44 gr	Reengrase	Semanal O Cada 50 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
▲	Buje Central Articulación Inferior	Mobilgrease XHP 222	44 gr	Reengrase	Semanal O Cada 50 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora
●	Cilindro derecho dirección	Mobilgrease XHP 222	18 gr	Reengrase	Semanal O Cada 50 H	Autónomo	Inyección Con Engrasadora

Tabla 6. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

Fuente: El autor



**INFORMACIÓN GENERAL**

<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR	<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR
<b>MODELO:</b>	2006	<b>POTENCIA:</b>	197 HP

**DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS**

<b>SÍMBOLO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>LUBRICANTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>EJECUCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALISTA</b>	<b>MÉTODO</b>
	Aceite Semostransmisión	Mobil Delvac 1340	34L	Cambiar	Cada 6 meses ó 1000 H	Autónomo	Reemplazo
	Aceite Del Motor	Mobil Delvac 15W40	30 L	Cambiar	Cada 1 Mes ó 250 H	Autónomo	Reemplazo
	Aceite Sist Hidraulico	Mobil DTE 26	110 L	Cambiar	Cada 1 Año ó 2000 H	Autónomo	Reemplazo
	Aceite Diferencial	Mobil 80 wv 90	36 L	Cambiar	Cada 1 Año ó 2000 H	Autónomo	Reemplazo
	Muestra De Aceite De Motor	Mobil Delvac 15W40	0.12 L	Obtener Muestra	Cada 250 H ó Cada Mes	Autónomo	Recolección Del Carter

Tabla 7. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

Fuente: El autor



### INFORMACIÓN GENERAL

<b>EQUIPO:</b>	CARGADOR	<b>DESCRIPCIÓN:</b>	CAT 950H
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>MARCA:</b>	CATERPILLAR
<b>MODELO:</b>	2006	<b>POTENCIA:</b>	197 HP

**DEJAR EL EQUIPO SIN DERRAMES DE LUBRICANTE Y REPORTAR FUGAS**

SÍMBOLO	COMPONENTE	LUBRICANTE	CANTIDAD	EJECUCION	FRECUENCIA	ESPECIALISTA	METODO
●	Nivel De Aceite Del Motor	Mobil Delvac 15W40	30 L	Inspeccionar	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inspeccion Visual
●	Nivel De Aceite Sist. Hidráulico	Mobil DTE 26	110 L	Inspeccionar	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inspeccion Visual
●	Nivel De Aceite Diferencial	Mobil 80 W 90	36 L	Inspeccionar	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inspeccion Visual
●	Nivel De Aceite Semotransmisión	Mobil Delvac 1340	34 L	Inspeccionar	Diario ó Cada 10 H	Autónomo	Inspeccion Visual

Tabla 8. Rutina de lubricación del cargador CAT 950 H

### **4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS LUBRICANTES UTILIZADOS**

Luego de realizar la selección y escogencia de todos los lubricantes a utilizar en los equipos, describiremos a continuación las características de cada uno de ellos.

**4.3.1 Aceite Mobil Delvac MX 15W-40.** El Mobil Delvac MX 15W-40 es un aceite de muy alto rendimiento para motores diesel que proporciona una excelente lubricación a los motores modernos aumentando la vida del motor.

Su avanzada formulación química ofrece un insuperable rendimiento en motores modernos diesel de bajas emisiones, así como en motores más antiguos que operan con combustible de bajo o alto contenido de azufre.

El Mobil Delvac MX 15W-40 combina una mezcla de aceites base de alta calidad con un avanzado sistema de aditivos, que le proporcionan un control superior del espesamiento del aceite debido a la formación de hollín a elevadas temperaturas así como una insuperable resistencia a la oxidación, corrosión y depósitos a altas temperaturas.

#### **Aplicaciones**

- Motores diesel sobrealimentados o de aspiración natural de los equipos fabricados por los principales constructores americanos, europeos y japoneses.
- Camiones de carga pesada y carga ligera.
- Maquinaria industrial de construcción, minería, extracción y agricultura.
- Flotas mixtas.

**4.3.2 Aceite Mobil Delvac 1340.** El Mobil Delvac 1340 es un aceite de alto rendimiento para servotransmisiones de motores diesel de servicio pesado formulado a partir de aceites base de elevada tecnología y un equilibrado sistema de aditivos. Está específicamente desarrollado para motores de servicio pesado turbocargados y con inter-cooler que operan bajo severas condiciones. La serie Mobil Delvac 1300 se usa en un amplio rango de aplicaciones donde los lubricantes monogrado son recomendados.

#### **Aplicaciones**

- Equipos con motores diesel de aspiración natural y turbo-cargados
- Camiones de carga ligera y carga pesada
- Maquinaria de industria: construcción, minería, extracción y agricultura

**4.3.3 Aceite Mobil DTE 26.** El aceite Mobil DTE 26 es un aceite hidráulico anti-desgaste de rendimiento supremo que está diseñado para satisfacer un amplio rango de requerimientos de los equipos hidráulicos.

Con este aceite se consigue una mayor vida del filtro y una óptima protección del equipo, reduciendo tanto los costes de mantenimiento como los costes de fabricación del producto. Ha sido desarrollado en conjunto con los principales fabricantes de equipos hidráulicos con el fin de cumplir con las más estrictas exigencias de los sistemas hidráulicos severos que usan bombas de alta presión y alta potencia, así como para cumplir con los requerimientos de otros componentes de sistemas hidráulicos, como las servo-válvulas y las herramientas de control numérico (NC).

Este producto cumple los más rigurosos requerimientos de un amplio rango de los fabricantes de los sistemas hidráulicos y de los componentes que utilizan diseños con varios metales, permitiendo de esta manera un solo producto con unas características insuperables de funcionamiento.

El aceites Mobil DTE 26 está formulado con aceites base de alta calidad y un sistema de aditivos cuidadosamente elegido que neutraliza la formación de materiales corrosivos.

Está diseñado para trabajar con sistemas que operan bajo condiciones severas donde se necesitan altos niveles de anti-desgaste y una película de protección fuerte, incluso ha sido formulado para trabajar en aquellos sistemas donde se recomiendan aceites hidráulicos sin anti-desgaste.

#### **Aplicaciones**

- Sistemas hidráulicos donde la formación de depósitos sería crítica, como las máquinas de control numérico (NC), y particularmente aquellos sistemas donde se utilizan servo-válvulas.

- Sistemas donde la presencia de pequeñas cantidades de agua es inevitable
- En sistemas con engranajes y cojinetes
- Sistemas que requieren un alto nivel de protección anti-desgaste y de capacidad para soportar cargas .
- Aplicaciones donde se requiere una película de protección contra la corrosión, como en sistemas donde pequeñas cantidades de agua son inevitables
- Maquinaria que emplea un amplio rango de componentes que utilizan varios metales
- Aplicaciones donde se forman depósitos y lodos con los aceites convencionales

**4.3.4 Aceite Mobilube HD 85W-140 y 80W-90.** El Mobilube HD 80W-90 y 85W-140 son lubricantes para engranajes de vehículos comerciales formulados a partir de aceites base de alto rendimiento y un avanzado sistema de aditivos.

Estos lubricantes están diseñados para ejes y mandos finales de servicio pesado donde se esperan presiones extremas y cargas de choque. Proporcionan un excelente rendimiento a aquellas aplicaciones que requieren un nivel API GL-5.

#### **Aplicaciones**

- Ejes y mandos finales de servicio pesado que requieren un nivel de rendimiento API GL-5
- Camiones de carga ligera y carga pesada y vehículos comerciales
- Maquinaria de industria: construcción, extracción, minería y agricultura
- Otras aplicaciones de servicio pesado y de automoción que poseen engranajes de tipo hipoide operando en condiciones de alta velocidad/carga de choque, alta velocidad/bajo par y/o baja velocidad/alto par.

**4.3.5 Mobilgrease XHP 222.** Mobilgrease XHP 222 es una grasa Grado ISO 220, NLGI No. 2, de extrema presión. Está formulada con un espesante de alta calidad de complejo de litio y un polímero especial de alta adherencia.

Esto asegura buena resistencia al ablandamiento bajo trabajo severo, excelente adhesividad, y una consistencia uniforme en el rango recomendado de

temperaturas de -29°C a 177°C (-20°F to 350°F). la resistencia al lavado y las propiedades de sello son también excelentes.

Otras características de formulación incluyen una elevada tolerancia al agua y alta resistencia a la oxidación. Mobilgrease XHP222 pasa el ensayo de Protección contra la Corrosión ASTM D 1743, para rodamientos.

### **Aplicación**

- Recomendada para aplicaciones severas donde se requiere desempeño a alta temperatura y anti-goteo.
- Satisface los requerimientos para intervalos de lubricación extendidos de puntos de lubricación de chasis automotrices y rodamientos de discos de frenos, particularmente en vehículo de pasajeros, camiones livianos, flotas de taxis y maquinaria agrícola.
- Recomendado para equipo marino debido a su excelente resistencia al agua y protección contra la corrosión.
- Provee excelente protección contra la herrumbre así como protección contra el desgaste, tornándola en una elección excelente para equipos tanto en carretera como fuera de carretera.

### **4.4 PLANEACIÓN**

En la implementación de los programas de mantenimiento y lubricación para cada equipo se tuvo en cuenta la disponibilidad de las demás maquinas para no generar paradas en el proceso. Es decir, cuando se cumplen los tiempos para el mantenimiento del cargador Caterpillar 950H, y el mantenimiento a realizar es muy largo, se verifica que el cargador volvo y el cargador Caterpillar 910 puedan suplir la salida del anterior equipo, de igual forma ocurre cuando se piensa realizar determinado mantenimiento al cargador volvo, es necesario con los otros dos cargadores y el bulldozer suplir la alimentación de tolva en el área de agregados y el cargue de volquetas con los diferentes materiales procesados que se llevan de la planta.

De igual forma cada equipo tiene una programación estipulada de los días de engrase en los diferentes puntos conforme a como se estableció en la carta de lubricación elaborada para cada uno de ellos para que no se presenten operaciones de relubricación o lubricación excesiva que incurre en daños de los componentes y sobrecostos por el uso excesivo de lubricantes.

#### 4.5 PROGRAMACIÓN DE LAS RUTINAS

A continuación se presenta la programación de la lubricación para el cargador Caterpillar 950H por ser el equipo más crítico de todos los analizados en este proyecto.

Estas programaciones se entregan a los operarios mensualmente junto con la orden de trabajo para realizar el proceso de lubricación de todos los puntos que necesiten esta labor.

Tabla 9. Programación lubricación CAT 950H



#### RUTAS MENSUALES DE LUBRICACIÓN PLANTA BUCARAMANGA CARGADOR CATERPILLAR 950H



SEMANA		L	M	MI	J	V	S	D	Ejecutante
Primera Semana	Buje Central Balancin	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Balancin Recogedor	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inferior Pivote Cuchara Lado Izquierdo	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Lado Derecho Del Cilindro De La H De Levante	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Delantero Lado Derecho Del Cilindro	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Pivote Inferior Cuchara Lado Derecho	X	X	X	X	X	X	X	
	Brazo De Posición De La H	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Intermedio Pivote Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	

	Buje Intermedio Pivote Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Unión Biela Con Balancín	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Segunda Semana</b>	Bujes Cil. Recogedor	X	X	X	X	X	X	X	
	Brazo Posición De La H	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Dere Cil	X	X	X	X	X	X	X	
	Crucetas Cardan Lado Derecho		X						
	Brazo de posición del balancín superior			X					
	Buje Delantero Lado Izq Del Cilindro De La H	X	X	X	X	X	X	X	
	Cilindro Izq. Dirección	X	X	X	X	X	X	X	
	Chumacera Cardan		X						
	Acople Universal cardan			X					
	Ptos Articulación Trasera				X				
<b>Tercera Semana</b>	Buje Central Artic Super					X			
	Buje Central Artic Infer					X			
	Cil. Derecho Dirección	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Balancin Recogedor	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inferior Pivote Cuchara Lado Izquierdo	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Lado Derecho Del Cilindro De La H De Levante	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Delantero Lado Derecho Del Cilindro	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Pivote Inferior Cuchara Lado Derecho	X	X	X	X	X	X	X	
	Brazo De Posición De La H	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Cuarta Semana</b>	Buje Intermedio Pivote Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Intermedio Pivote Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	

	Buje Unión Biela Con Balancín	X	X	X	X	X	X	X	
	Bujes Cil. Recogedor	X	X	X	X	X	X	X	
	Brazo Posición De La H	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Dere Cil	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Delantero Lado Izq Del Cilindro De La H	X	X	X	X	X	X	X	
	Cilindro Izq. Dirección	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: El autor

**4.5.1 Tabla de lubricantes por equipo.** Como se menciona con anterioridad, complementario a las cartas de lubricación, se elaboro un formato donde se especificaron los filtros necesarios para los mantenimientos de los equipos con el respectivo código estándar con que se manejan en la compañía; esto con el fin de evitar que se generen confusiones al momento de instalar o solicitar los filtros.

## 5. RUTINAS DE LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL CARGADOR CATERPILLAR 910 IT

Este equipo es el menos crítico de la operación, pero es de suma importancia para el transporte de herramientas y repuestos utilizados en las labores de mantenimiento. En las figuras 38 y 39 se observa al cargador CAT 910 en el transporte de un repuesto.

Figura 38. Cargador Transportando ruana metálica



Fuente: El autor

Figura 39. Cargador posicionando la ruana en el molino



Fuente: El autor

## 5.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO

A continuación se muestran las rutinas de mantenimiento y de inspección diaria realizadas para el cargador Caterpillar 910IT. En cada equipo de la planta se encuentra este instructivo para que los operarios tengan en cuenta los procedimientos a realizar en cada intervalo de mantenimiento.

### 5.1.1 Procedimiento para el cargador CAT 910 IT

#### Procedimiento cargador CAT 910 IT

##### Seguridad industrial

El equipo debe estar apagado

Antes de realizar cualquier trabajo analice los riesgos que representa y tome todas las medidas de seguridad al ejecutarlo (**diligencie el Análisis de trabajo seguro, ATS**).

El servicio que no se hace correctamente puede implicar riesgos.

Si tiene alguna duda del servicio a realizar al vehículo, consulte a su jefe inmediato.

1. Bloquee el equipo con su respectiva tarjeta de bloqueo.

Bloquee las ruedas con calzos o cuñas.

2. Use siempre casco de protección, gafas, guantes, calzado de seguridad y todas las protecciones necesarias que la naturaleza de trabajo exija.

3. No camine nunca por superficies de la maquina que no estén destinadas o preparadas para andar por ellas, tales como tapas del motor.

4. Manténgase alejado de las cercanías de la articulación del bastidor a menos que este montado el respectivo bloqueo.

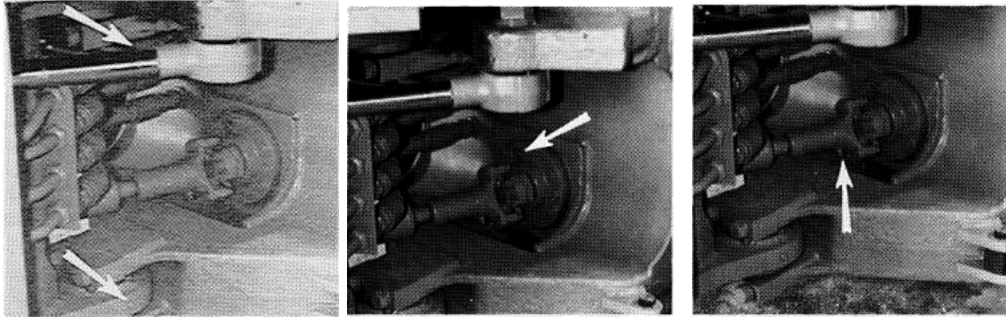
5. Apague el motor antes de abrir sus tapas o las cubiertas del radiador.
6. No suelte ningún tapón ni tubería de presión sin haber descargado antes toda presión remanente del sistema (para trabajos en frenos o sistemas hidráulicos).
7. Tenga cuidado con las piezas y fluidos calientes que puedan causar quemaduras a quien realiza el trabajo.
8. No realice ningún trabajo en la maquina sin disponer de los conocimientos adecuados sobre la máquina para hacerlo.
9. Nunca lleve objetos ni joyas que puedan engancharse al trabajar en la maquina.
10. No realice nunca ningún trabajo si se siente cansado, ó esta bajo efectos de medicinas.

#### 5.1.2 MTTTO 10 H

1. Llevar a cabo la lubricación de todos los puntos especificados en las cartas de atención básica.
2. Limpie las conexiones de engrase (graseras) antes de aplicar el lubricante.

Figura 40. Puntos de engrase





Fuente: El autor

3. Identifique las conexiones averiadas o taponadas y repórtelas en el formato de autónomo o inspección diaria para ser reparadas.
4. Revisar cuchillas y puntas del balde.

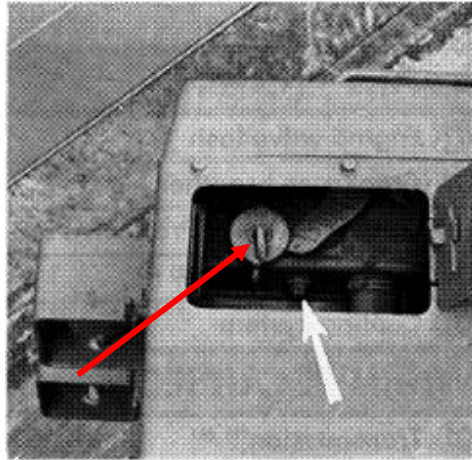
Figura 41. Balde CAT 910 IT



Fuente: El autor

5. Verifique el nivel del refrigerante.

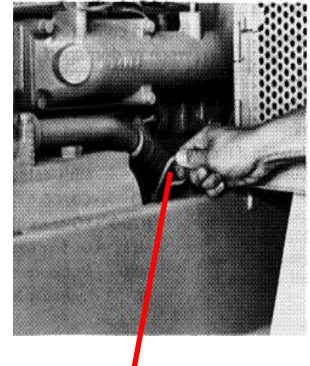
Figura 42. Mirilla nivel de refrigerante



Fuente: El autor

6. Verifique los niveles de aceite de motor, aceite hidráulico y servotransmisión.

Figura 43. Diferentes mirillas de nivel

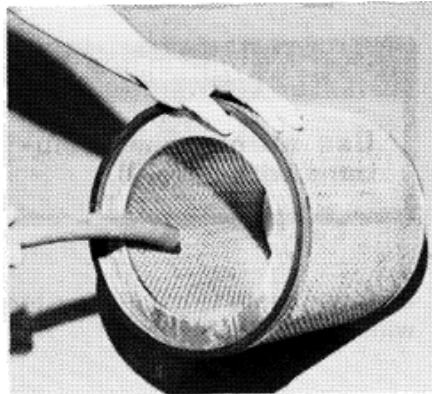


**Varilla Servotransmisión    Mirilla Aceite Hidráulico    Varilla Medidora Del Motor**

Fuente: El autor

7. Revisar y limpiar con aire comprimido el antefiltro de aire y verificar su estado.

Figura 44. Limpieza filtro del aire



Fuente: El autor

### 5.1.3 MTTTO 50 H

1. Llevar a cabo la lubricación de todos los puntos especificados en las cartas de atención básica para este periodo de tiempo.
2. Tenga en cuenta que en este periodo están todos los puntos de la articulación del equipo por tanto trate al máximo de posicionar el equipo de la manera más cómoda para trabajar y llegar a cada punto de conexión de engrase (graseras) sin que usted sufra ningún riesgo.
3. Comprobar presión de operación de los neumáticos (entre 50 y 60 psi) y calibrar si es necesario.

Figura 45. Calibración de las llantas



Fuente: El autor

4. Someter el vehículo a lavado completo de todas sus partes.

#### 5.1.4 MTTO 250 H

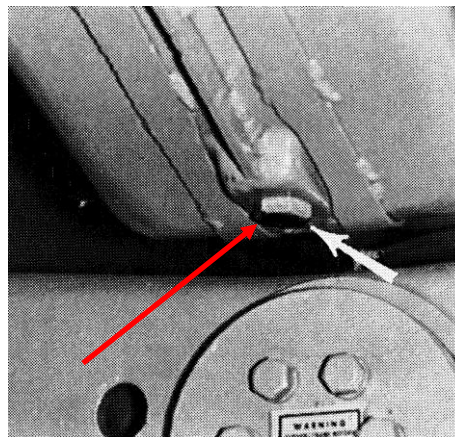
##### 1. Cambiar aceite y filtro de aceite del motor:

1.1 Este preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados, los residuos peligrosos como trapos impregnados de grasas, aceites y combustibles deben ser depositados en canecas rojas. tenga preparado aserrín en caso de un eventual derrame al de abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.

1.2 Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta.

1.3 Localice el tapón de drenaje que está ubicado debajo del cárter de aceite del motor hacia la parte trasera de la maquina. deje que el aceite drene completamente y posterior a esto cierre el tapón.

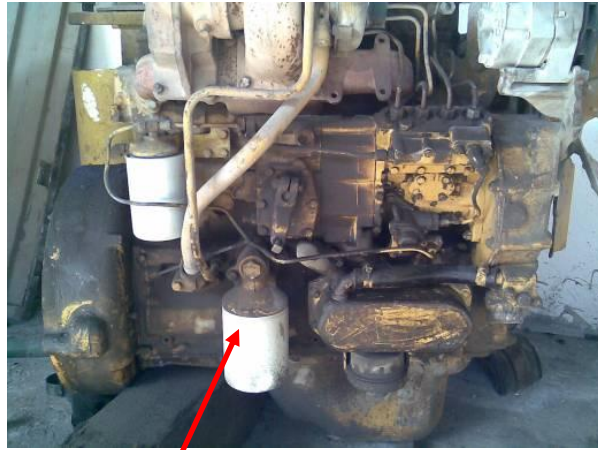
Figura 46. Llave de drenaje del cárter



Fuente: El autor

1.4 Con una llave de banda o correa retire el filtro de aceite ubicado en el lado izquierdo del motor.

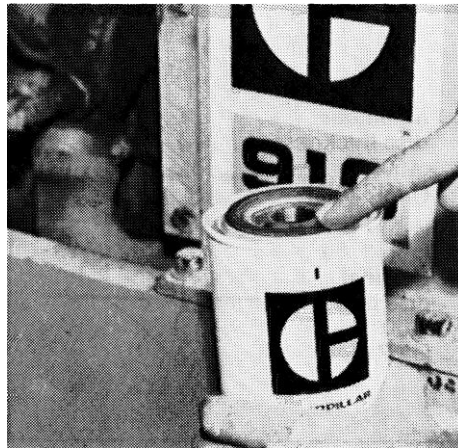
Figura 47. Filtro de aceite del motor



Fuente: El autor

- 1.5 Limpie la base de montaje de filtro asegurándose de retirar completamente todas las empaquetaduras usadas.

Figura 48. Sello del filtro de aceite



Fuente: El autor

- 1.6 Aplique un poco de aceite en el sello del filtro nuevo, instálelo con la mano hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.
- 1.7 Apriete el filtro de acuerdo con las instrucciones. para filtros de otras marcas utilice las instrucciones que se proporcionan con el filtro.

**1.8 Nunca** realice cambio de aceite de motor sin cambiar los filtros.

## **2 Obtención de muestra de aceite del motor:**

**2.1** Opere la maquina durante algunos minutos antes de obtener la muestra de aceite. Esto mezclara completamente el aceite del motor para obtener una muestra más precisa.

**2.2** Retire la varilla medidora del aceite del motor.

**2.3** Introduzca la manguera de la bomba de succión por el ducto de la varilla e instálela en el puerto de la bomba.

**2.4** Obtenga la muestra en el recipiente de la bomba, recuerde que está trabajando con un fluido que posiblemente se encuentra a una temperatura elevada.

Figura 49. Toma de muestra de aceite



Fuente: El autor

## **3 Inspección visual y táctil de la correa:**

**3.1** Con el motor apagado ubique la correa localizada en la parte trasera del motor.

Figura 50. Correa y tensor de la correa del motor



Fuente: El autor

**3.2** Inspeccione y reporte el estado de la correa (desgastada o deshilachada).

**3.3** Si encontramos la correa sin la tensión suficiente, gire el tensor (base del alternador) para dar el ajuste necesario a la tensión.

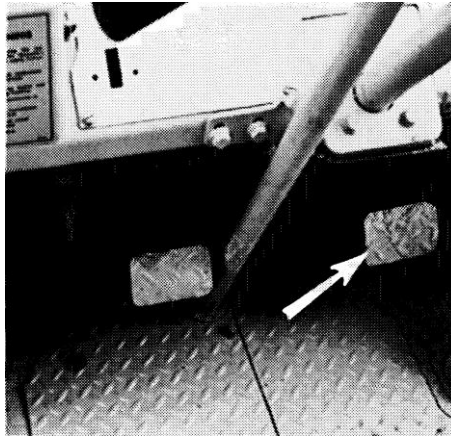
**3.4** En caso de encontrar la correa en muy mal estado, cámbiela por una nueva.

#### **4 Revisar el sistema de frenos**

**4.1** Revisar estado general de frenos, discos/pastillas, líquido de frenos, completar nivel si se requiere.

**4.2** Accione el pedal de freno de servicio y manténgalo en la posición de accionamiento.

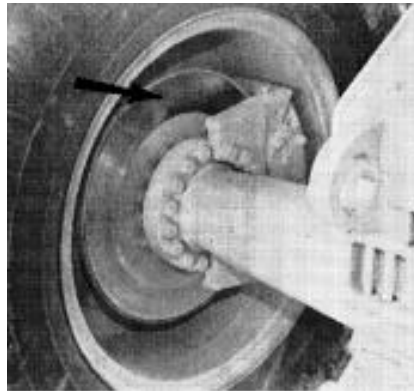
Figura 51. Pedal de accionamiento del freno



Fuente: El autor

**4.3** Inspeccione los discos, cambie las pastillas cuando se hayan desgastado a 3 mm de la placa base.

Figura 52. Disco de freno



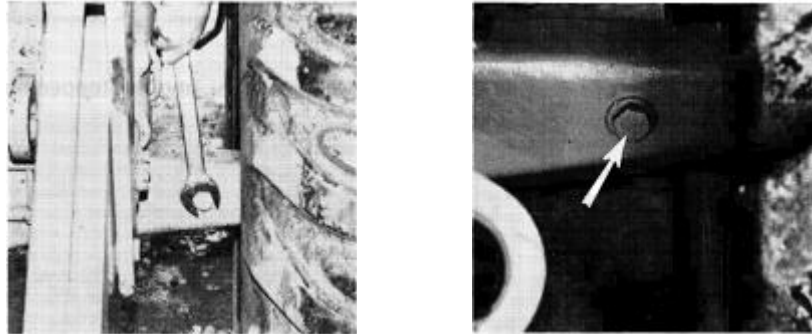
Fuente: El autor

## **5 Revisar nivel de aceite del diferencial y mandos finales**

**5.1** Antes de revisar el nivel de aceite, haga funcionar el equipo por varios minutos para estabilizar el nivel de aceite.

**5.2** En una superficie totalmente horizontal retire el tapón de los diferenciales, esto asegurara una medición más precisa del nivel de aceite.

Figura 53. Tornillo de drenaje de los diferenciales



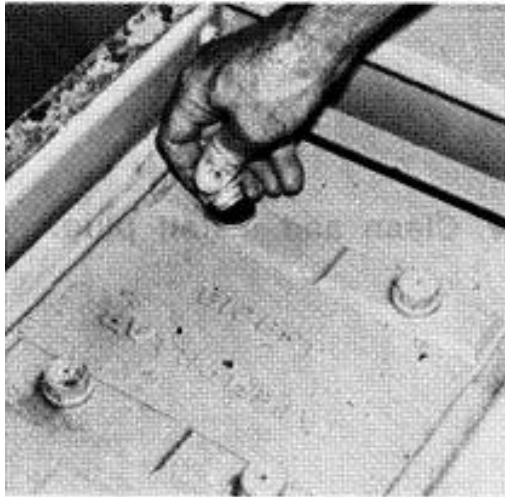
Fuente: El autor

**5.3-** Repita los anteriores pasos para el otro diferencial.

## **6 Revisar baterías**

**6.1** Abra el compartimiento de las baterías localizado en la parte inferior de la silla del conductor.

Figura 54. Compartimiento de la batería



Fuente: El autor

**6.2** Limpie los bornes y las superficies de las baterías con un trapo limpio, cubra los bornes con antisulfatante (grasa). Asegúrese de que los cables de las baterías estén firmemente instalados.

**6.3** Verifique que trabajen correctamente y baje el cojín del conductor para cerrar el compartimento.

## **7 Revise el sistema de refrigeración (radiador)**

**7.1** Revisar estado general radiador, reporte deformación u obstrucción en el panel.

**7.2** Revise el estado general de las mangueras del sistema de refrigeración, identifique fisuras, abolladuras, discontinuidad de material, quemaduras y repórtelas.

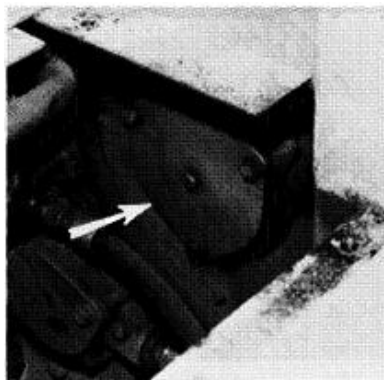
**7.3** Inspeccione visualmente fugas en la bomba de agua, por rotura del panel, por tapa del radiador en mal estado o por daño de mangueras y repórtela.

## **8 Revise el colador de la servotransmisión**

**8.1** Quite la plancha del piso del lado derecho.

**8.2** Retire la tapa de la rejilla de la transmisión.

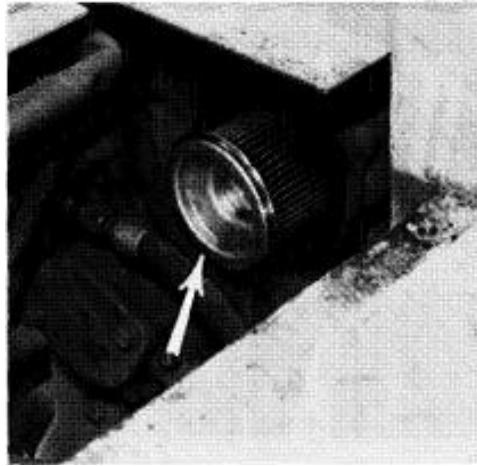
Figura 55. Tapa del filtro de la servotransmisión



Fuente: El autor

### 8.3 Quite la rejilla (colador de la transmisión).

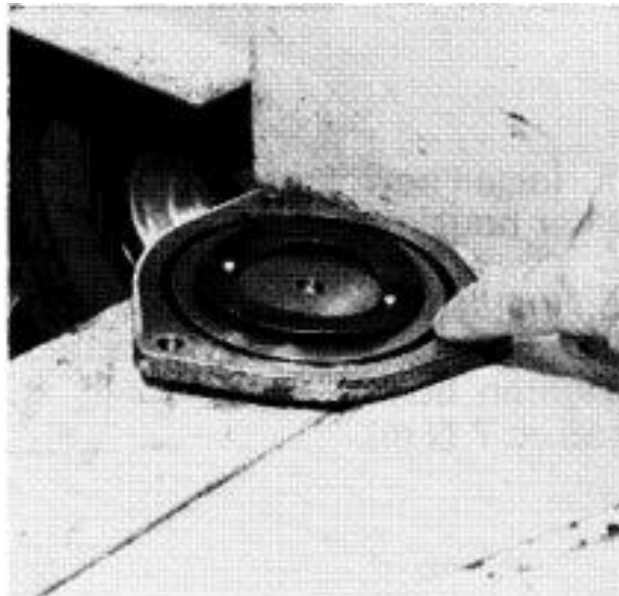
Figura 56. Filtro de la servotransmisión



Fuente: El autor

### 8.4 Inspeccione la junta de la tapa y use una nueva en tal caso que encuentre algún defecto como discontinuidad de material, excesivo desgaste u otros.

Figura 57. Junta de la tapa del filtro



Fuente: El autor

### **5.1.5 MTTO 500 H**

#### **1. Cambiar aceite y filtro de aceite del motor:**

- 1.1 Esté preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados, los residuos peligrosos como trapos impregnados de grasas, aceites y combustibles deben ser depositados en canecas rojas. Tenga preparado aserrín en caso de un eventual derrame al abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.
- 1.2 Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta.
- 1.3 Localice el tapón de drenaje que está ubicado **(ver imágenes mtto 250h)** debajo del cárter de aceite del motor hacia la parte trasera de la maquina. deje que el aceite drene completamente y posterior a esto cierre el tapón.
- 1.4 Con una llave de banda o correa retire el filtro de aceite ubicado en el lado izquierdo del motor.
- 1.5 Limpie la base de montaje de filtro asegurándose de retirar completamente todas las empaquetaduras usadas.
- 1.6 Aplique un poco de aceite en el sello del filtro nuevo, instálelo con la mano hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.
- 1.7 Apriete el filtro de acuerdo con las instrucciones. Para filtros de otras marcas utilice las instrucciones que se proporcionan con el filtro.

**Nunca** realice cambio de aceite de motor sin cambiar los filtros.

#### **2 Obtener muestra del aceite del sistema hidráulico.**

- 2.1 Localice la tapa del depósito de aceite hidráulico, que se encuentra al lado derecho del conductor.

Figura 58. Tapa del tanque de aceite hidráulico



Fuente: El autor

**2.2** Retire la tapa e introduzca la manguera de la bomba de succión dentro del depósito y tome la muestra.

**3 Retirar y reemplazar el filtro primario del sistema de combustible teniendo en cuenta los siguientes pasos**

**3.1** Localice el filtro primario en el lado derecho del motor.

Figura 59. Filtro de combustible



Fuente: El autor

**3.2** Con una llave de banda remueva el filtro de la base de montaje e inspeccione el sello anular de este (en caso de estar averiado, cámbielo).

**3.3** Lubrique el sello del filtro con A.C.P.M limpio y colóquelo.

**3.4** Instale el nuevo filtro con la mano hasta que toque la base de montaje y luego apriételo completamente con una llave de banda de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

**3.5** Cebe el sistema de combustible para llenar el elemento.

**Nunca llene los filtros con combustible antes de instalarlos, esto puede ocasionar contaminación del combustible y causar el desgaste acelerado de los componentes del sistema. Siempre cebe el sistema antes de arrancar el motor.**

#### **4 Retire y cambie el filtro de aceite del sistema hidráulico**

**4.1** Identifique la ubicación del filtro detrás del asiento del conductor, asegúrese de mover los controles hidráulicos para eliminar toda presión en el sistema.

Figura 60. Filtro de aceite hidráulico



Fuente: El autor

**4.2** Retire el filtro y limpie la base de montaje quitando completamente todos los sellos usados.

**4.3** Coloque un poco de aceite hidráulico en el filtro nuevo e instálelo con la mano hasta que toquen las bases, luego proceda a apretarlo finamente con una llave de bandas.

**4.4** Arranque el motor y hágalo funcionar en vacío a baja velocidad asegurándose que no hallan fugas.

**4.5** Mantenga el nivel del aceite por encima de la marca “add cold” en la mirilla indicadora.

## **5 Tomar muestra de aceite de servotransmisión**

**5.1** Opere la maquina durante un corto periodo de tiempo antes de obtener la muestra, esto mezclara completamente el aceite de la transmisión para obtener una muestra representativa.

**5.2** Use la bomba de vacío para tomar la muestra, insertando la manguera de la bomba por el ducto de la varilla indicadora de nivel de la servotransmisión que se encuentra debajo de las placas del piso del equipo

Figura 61. Varilla de nivel de la servotransmisión

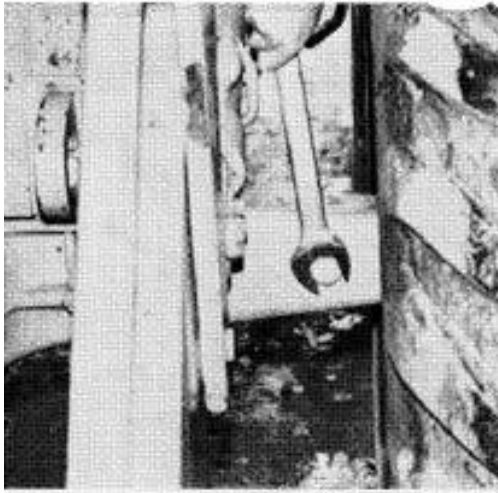


Fuente: El autor

## 6 Tomar muestra de aceite del diferencial

6.1 Los ejes no cuentan con válvulas de muestreo, por eso para obtener la muestra es necesaria una bomba de vacío, con la manguera de extracción retire el aceite de la abertura de llenado de cada eje.

Figura 62. Tornillo de toma de muestras del diferencial



Fuente: El autor

## 7 Limpiar tapa y colador del tanque de combustible

7.1 Con el motor parado abra la puerta de acceso al lado izquierdo de la maquina.

Figura 63. Antefiltro de combustible



Fuente: El autor

**7.2** Quite la tapa y el colador del tanque de combustible.

**7.3** Lave el colador y la tapa del tanque de combustible con un disolvente limpio.

**7.4** Quite el sello e inspeccione si presenta algún daño, en este caso reemplace el sello e instale la tapa del tanque de combustible.

## **8 Limpiar respiradero del cárter**

**8.1** Abra el motor y ubique el respiradero del cárter ubicado al lado derecho. Afloje la abrazadera y retire la manguera de salida del respiradero.

**8.2** Saque el perno que sujeta el respiradero al motor.

**8.3** Verifique el estado del sello en la tapa del respiradero, lave la tapa y el elemento y posteriormente sacúdalo o utilice aire comprimido para secarlo.

**8.4** Inspeccione la manguera para identificar posibles daños.

**8.5** Instale el respiradero e instale la manguera de salida y la abrazadera.

### **5.1.6 MTTO 1000 H**

## **2 CAMBIAR ACEITE DE SERVOTRANSMISIÓN**

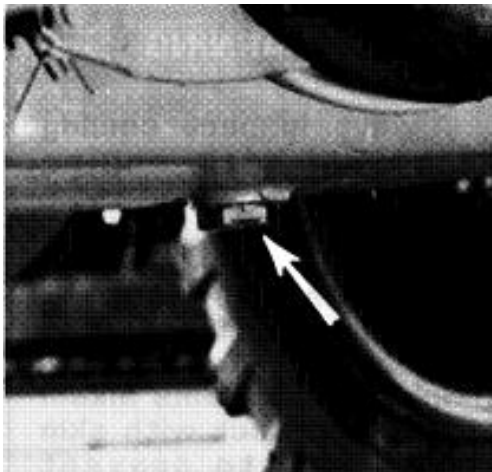
Esté preparado para recoger todos los fluidos con recipientes apropiados, los residuos peligrosos como trapos impregnados de grasas, aceites y combustibles deben ser depositados en canecas rojas. Tenga preparado aserrín en caso de un eventual derrame al abrir un compartimiento o desarmar componentes que contengan estos fluidos.

Deseche todos los fluidos según las regulaciones ambientales de la planta

**2.1** Opere el motor por unos minutos para calentar un poco el aceite de la transmisión.

**2.2** Localice el tapón de drenaje de la servotransmisión.

Figura 64. Tapón de drenaje del cárter



Fuente: El autor

**2.3** Retire el tapón de drenaje del aceite, almacene el aceite usado en un recipiente, limpie el tapón y vuélvalo a instalar.

**2.4** Adicione aceite hasta llegar al nivel del indicador (mirilla).

Figura 65. Ducto de alimentación del aceite



Fuente: El autor

**2.5** Cambie el filtro de aceite de la servotransmisión cada vez que realice un cambio de aceite.

**Nunca realice cambios de aceite de servotransmisión sin realizar el respectivo cambio de filtros, esto ayudara a largo plazo al mal funcionamiento y pérdida de vida útil de los elementos de máquina.**

## 6. CONCLUSIONES

Con el diseño, elaboración e implementación de las rutinas de lubricación y de mantenimiento para el equipo móvil de planta CEMEX Bucaramanga se dio un paso más en el cumplimiento de la misión de la Universidad Industrial de Santander de contribuir al mejoramiento de las relaciones industria-universidad y de igual forma contribuir a la solución de problemas y necesidades de la industria.

El proyecto presentó como reto analizar las condiciones de trabajo de cada equipo para de esta forma poder establecer con exactitud los intervalos indicados de mantenimiento y los tiempos correctos para las operaciones de lubricación, así como también el estudio de criticidad de cada equipo para determinar cuál de todos ellos nos genera paradas indeseadas en el proceso que se traducen en tiempos muertos de producción y lucro cesante para la planta.

Se desarrolló una capacitación para todo personal de la empresa que interviene en la operación y reparación del equipo móvil con el fin de dar a conocer el funcionamiento del programa de mantenimiento y las rutinas de lubricación para así facilitar su uso y entendimiento por parte de ellos que son directamente las personas que realizan las labores anteriormente mencionadas.

Para implementar todos los procedimientos de mantenimiento fue necesario someter los equipos a reparaciones para puesta a punto, así como también fue necesaria la adquisición de herramientas que nos ayudaran a realizar las labores de una forma optima, obteniendo de esta forma resultados satisfactorios, disminución de tiempos muertos en realización de trabajos de lubricación y mayor disponibilidad de los equipos para operar.

Con la implementación de las rutinas de lubricación y mantenimiento y con la programación del lavado hemos podido reducir las paradas inesperadas del equipo móvil, teniendo de esta forma mayor disponibilidad y mejores condiciones

de operación para los equipos; esto se traduce en un aumento en la confiabilidad de la maquinaria con que cuenta la planta de CEMEX en Bucaramanga, evitando los sobrecostos por alquileres de equipos a terceros y los gastos en reparaciones no programadas.

## BIBLIOGRAFÍA

CATERPILLAR INC. Manual de operación y mantenimiento para cargadores de ruedas 950H. Miami: 2007.

CATERPILLAR INC. Maintenance intervals. Disponible en CATERPILLAR INC. Parts manual 950H Wheel loader. Miami: 2005

CATERPILLAR INC. Service manual for 910 IT wheel loader. Miami: 1980.

CATERPILLAR TRACTOR CO. Service manual for Caterpillar D6 tractor. Illinois: 1975.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Productividad en el mantenimiento Industrial. Compañía Editorial Continental. México: 2003

DUFFUAA RAOUF, Dixon. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Editorial Limusa S.A. de C.V. México: 2006

<http://safety.cat.com>

KLUBER LUBRICATION. Manual de lubricación y tribología. Disponible en

[www.klueber.com](http://www.klueber.com)

VOLVO. Service manual for Wheel loaders Volvo BM-series. Cali: 1988.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. Especificaciones de los lubricantes utilizados



### Mobil Delvac MX 15W-40

Aceite SHPD de muy alto rendimiento para motores diesel

#### Descripción de producto

Mobil Delvac MX 15W-40 es un aceite de muy alto rendimiento para motores diesel que proporciona una excelente lubricación a los motores diesel modernos aumentando la vida del motor. Como resultado este producto cumple o excede con la mayoría de las especificaciones de los fabricantes de motores americanos y europeos. Su elevado rendimiento ha sido probado en un amplio rango de industrias, aplicaciones y flotas mixtas.

Su avanzada formulación química ofrece un insuperable rendimiento en motores modernos diesel de bajas emisiones, así como en motores más antiguos que operan con combustible de bajo o alto contenido de azufre. Mobil Delvac MX 15W-40 combina una mezcla de aceites base de alta calidad con un avanzado sistema de aditivos, que le proporcionan un control superior del espesamiento del aceite debido a la formación de hollín a elevadas temperaturas así como una insuperable resistencia a la oxidación, corrosión y depósitos a altas temperaturas.

#### Propiedades y Beneficios

Los modernos motores de elevada potencia y bajo nivel de emisiones cada vez requieren más de los lubricantes de motor. Los diseños cada vez más ajustados reducen el consumo de aceite dando lugar a un menor relleno con aceite nuevo. Los segmentos de fuego de los pistones están más altos lo que causa que la película de lubricante este sometida a mayores temperaturas en la cámara de combustión, dando como resultado una mayor tensión térmica. Mayores presiones de inyección y tiempos retardados mejoran la eficiencia de la mezcla pero también incrementan las temperaturas y el hollín que debe soportar el lubricante. La avanzada tecnología del Mobil Delvac MX 15W-40 ofrece un excepcional rendimiento, tanto en los motores diesel modernos como en los modelos anteriores. Los principales beneficios incluyen:

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Alta estabilidad térmica y a la oxidación	Menor formación de lodos y depósitos
Reservas TBN	Control de depósitos
"Stay-in-grade" estabilidad al cizallamiento	Menor consumo de aceite y mayor protección contra el desgaste Motores más limpios y vida más larga de los componentes Motores más limpios y vida más larga de los componentes Motores más limpios y vida más larga de los componentes Motores más limpios y vida más larga de los componentes Motores más limpios y vida más larga de los componentes Motores más limpios y vida más larga de los componentes
Avanzada detergencia/dispersancia	Motores más limpios y vida más larga de los componentes
Mayor rendimiento alta temperatura/alto cizallamiento (HT/HS)	Reducción del rayado del motor y del pulido de camisas
Excelentes propiedades a bajas temperaturas	Mejor bombeabilidad/circulación del aceite Protección contra el desgaste durante el arranque



Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Compatibilidad con componentesCumple con las especificaciones de los principales fabricantes	Vida más prolongada de las juntas Un solo aceite para flotas mixtas

## Aplicaciones

- Motores diesel sobrealimentados o de aspiración natural de los equipos fabricados por los principales constructores americanos, europeos y japoneses.
- Camiones de carga pesada y carga ligera.
- Maquinaria industrial de construcción, minería, extracción y agricultura.
- Flotas mixtas.

## Especificaciones y Aprobaciones

### Mobil Delvac MX 15W-40 cumple las siguientes especificaciones:

ACEA E7/E5/E3/B4/B3/A2	X
API CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF/SL/SJ	X
Cummins CES 20072/1	X
Detroit Diesel 7SE 270 (4 stroke cycle)	X
Caterpillar CAT ECF-1	X

### Mobil Delvac MX 15W-40 posee las siguientes aprobaciones:

Daimler Chrysler MB 228.3	X
Cummins CES 20078/7/6/5	X
Mack EO-M Plus	X
Volvo VDS-2/VDS-3	X
MAN M3275	X
Renault RLD	X
MTU Type 1 (Open crankcase only – 500 hr ODI)	X
ZF TE-ML 04C	X

### Mobil Delvac MX 15W-40 está recomendado en las aplicaciones que requieren:

Allison C-4	X
-------------	---

## Características típicas

Mobil Delvac MX 15W-40	
SAE Grade 15W-40	
Viscosidad, ASTM D 445	
cSt @ 40°C	105
cSt @ 100°C	14.2

## Mobil Delvac MX 15W-40

Índice de viscosidad, ASTM D 2270	138
Cenizas sulfatadas, % peso, ASTM D 874	1.1
TBN, mg KOH/g, ASTM D 2896	10
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-33
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	240
Densidad @ 15°C kg/l, ASTM D 4052	0.88

## Seguridad e Higiene

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

*El logotipo Mobil, el diseño del Pegasus, y Delvac son marcas registradas por Exxon Mobil Corporation, o una de sus afiliadas*

ExxonMobil Lubricants & Specialties  
Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, póngase en contacto con la oficina de venta local o diríjase a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com). ExxonMobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, según corresponda en las entidades afiliadas a ExxonMobil. Debido a la continua investigación y desarrollo de los productos, la información aquí contenida podría verse modificada sin previo aviso. Las características típicas pueden variar ligeramente.  
© 2007 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.

# Serie Mobil DTE 20

## Aceites hidráulicos

### Descripción de producto

La serie Mobil DTE 20 es una línea de aceites hidráulicos anti-desgaste de rendimiento supremo que están diseñados para satisfacer un amplio rango de requerimientos de los equipos hidráulicos. Con esta serie de aceites se consigue una mayor vida del filtro y una óptima protección del equipo, reduciendo tanto los costes de mantenimiento como los costes de fabricación del producto. Han sido desarrollados en conjunto con los principales fabricantes de equipos hidráulicos con el fin de cumplir con las más estrictas exigencias de los sistemas hidráulicos severos que usan bombas de alta presión y alta potencia, así como para cumplir con los requerimientos de otros componentes de sistemas hidráulicos, como las servo-válvulas y las herramientas de control numérico (NC). Estos productos cumplen los más rigurosos requerimientos de un amplio rango de los fabricantes de los sistemas hidráulicos y de los componentes que utilizan diseños con varios metales, permitiendo de esta manera un solo producto con unas características insuperables de funcionamiento.

Los aceites de la serie DTE 20 están formulados con aceites base de alta calidad y un sistema de aditivos cuidadosamente elegido que neutraliza la formación de materiales corrosivos. Están diseñados para trabajar con sistemas que operan bajo condiciones severas donde se necesitan altos niveles de anti-desgaste y una película de protección fuerte, incluso han sido formulados para trabajar en aquellos sistemas donde se recomiendan aceites hidráulicos sin anti-desgaste.

### Propiedades y Beneficios

Los aceites hidráulicos de la serie Mobil DTE 20 proporcionan una insuperable resistencia a la oxidación que permite unos mayores intervalos de cambio del aceite y del filtro. Su alto nivel de anti-desgaste y su excelente película de protección dan como resultado un rendimiento del equipo excepcional, a la vez que reducen las averías y aumentan la capacidad de producción. Su controlada demulsividad permite que estos aceites trabajen bien en sistemas contaminados con agua, en pequeñas o grandes cantidades.

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Reserva de calidad	Mayor limpieza de los sistemas Mantiene un alto nivel de rendimiento bajo continuas condiciones severas de operación
Anti-desgaste	Reducción del desgaste Protección de sistemas que usan varios metales
Estabilidad a la oxidación	Proporciona una vida larga del aceite y del equipo Alarga la vida del filtro
Protección contra la corrosión	Previene contra la corrosión interna del sistema Reduce los efectos negativos de la humedad en el sistema Protege contra la corrosión a componentes formados por varios metales
Cumple un amplio rango de las exigencias de los sistemas	Un producto puede sustituir a varios Minimización de los requerimientos del inventario
Propiedades de separación del aire	Reducción de la espuma y sus efectos negativos
Separación del agua	Protección de sistemas donde hay presencia de humedad Buena separación de grandes cantidades de agua

#### **ExxonMobil Lubricantes & Especialidades**

Esta información se refiere únicamente a los productos que se venden en Europa (Turquía incluida) y la antigua Unión Soviética. Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, ponerse en contacto con la oficina de venta local o dirigirse a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com).

ExxonMobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, seguirán recayendo en las entidades afiliadas a ExxonMobil. Debido a la continua actividad de investigación y desarrollo de productos, esta información está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las propiedades típicas pueden sufrir ligeras variaciones.

© 2001 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.



Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Propiedades de mantenimiento de la limpieza	Reducción de los depósitos y lodos en el sistema Protección de componentes críticos, como las servo-válvulas Mejor rendimiento total del sistema

### Aplicaciones

- Sistemas hidráulicos donde la formación de depósitos sería crítica, como las máquinas de control numérico (NC), y particularmente aquellos sistemas donde se utilizan servo-válvulas
- Sistemas donde la presencia de pequeñas cantidades de agua es inevitable
- En sistemas con engranajes y cojinetes
- Sistemas que requieren un alto nivel de protección anti-desgaste y de capacidad para soportar cargas
- Aplicaciones donde se requiere una película de protección contra la corrosión, como en sistemas donde pequeñas cantidades de agua son inevitables
- Maquinaria que emplea un amplio rango de componentes que utilizan varios metales
- Aplicaciones donde se forman depósitos y lodos con los aceites convencionales

### Especificaciones y Aprobaciones

La serie Mobil DTE 20 cumple o excede las siguientes especificaciones:	21	22	24	25	26	27
FZG Gear Test, DIN 51354 - Etapa de fallo			12	12	12	12

La serie Mobil DTE 20 posee las siguientes aprobaciones	24	25	26
Cincinnati Machine			
P-68	X		
P-69			X
P-70		X	
Vickers I-286-S	X	X	X
Vickers M-2950-S	X	X	X
Denison HF-0, HF-1, HF-2	X	X	X

### Características típicas

Mobil DTE 20 Series	21	22	24	25	26	27
Grado ISO	10	22	32	46	68	100
Viscosidad, ASTM D 445						
cSt @ 40°C	10.0	21.0	31.5	44.2	71.2	95.3
cSt @ 100°C	2.74	4.5	5.29	6.65	8.53	10.9
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	98	98	98	98	98	98
Densidad @ 15.6°C/15.6°C, ASTM D 1298	0.845	0.860	0.871	0.876	0.881	0.887
Corrosión al cobre, ASTM D 130, 3 hrs @ 100°C	1B	1B	1B	1B	1B	1B
Características de herrumbre Proc B, ASTM D 665	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-30	-30	-27	-27	-21	-21
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	174	200	220	232	236	248

ExxonMobil Lubricantes & Especialidades  
 Esta información se refiere únicamente a los productos que se venden en Europa (Turquía incluida) y la antigua Unión Soviética. Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, ponerse en contacto con la oficina de venta local o dirigirse a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com).  
 Exxon Mobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, seguirán recayendo en las entidades afiliadas a Exxon Mobil. Debido a la continua actividad de investigación y desarrollo de productos, esta información está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las propiedades típicas pueden sufrir ligeras variaciones.  
 © 2001 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.





Mobil DTE 20 Series	21	22	24	25	26	27
FZG 4-Square Load Support, DIN 51354, Etapa de fallo	-	-	12	12	12	12
Secuencia de espuma I, II, III, ASTM D 892 , ml	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0

## Seguridad e Higiene

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

El logotipo de Mobil, el diseño del Pegasus son marcas registradas por Exxon Mobil Corporation, o una de sus afiliadas.

ExxonMobil Lubricantes & Especialidades  
Esta información se refiere únicamente a los productos que se venden en Europa (Turquía incluida) y la antigua Unión Soviética. Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, ponerse en contacto con la oficina de venta local o dirigirse a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com).  
Exxon Mobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, seguirán recayendo en las entidades afiliadas a Exxon Mobil. Debido a la continua actividad de investigación y desarrollo de productos, esta información está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las propiedades típicas pueden sufrir ligeras variaciones.  
© 2001 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.



## Mobil Delvac 1330, 1340, 1350

### Aceites motores diesel de servicio pesado

#### Descripción de producto

Mobil Delvac 1330, 1340 y 1350 son aceites de alto rendimiento para motores diesel de servicio pesado formulados a partir de aceites base de elevada tecnología y un equilibrado sistema de aditivos. Están específicamente desarrollados para motores de servicio pesado turbocargados y con inter-cooler que operan bajo severas condiciones. La serie Mobil Delvac 1300 se usa en un amplio rango de aplicaciones donde los lubricantes monogrado son recomendados.

#### Propiedades y Beneficios

Los beneficios de los Mobil Delvac 1300 incluyen:

Propiedades	Ventajas y beneficios potenciales
Excelente protección contra el espesamiento del aceite, depósitos a altas temperaturas, formación de lodos, degradación del aceite y corrosión	Vida más larga del motor Menos desgaste Excelente protección contra el agarrado de los segmentos
Mayor reserva TBN	Control a largo plazo del desgaste y los depósitos

#### Aplicaciones

- Equipos con motores diesel de aspiración natural y turbo-cargados
- Camiones de carga ligera y carga pesada
- Maquinaria de industria: construcción, minería, extracción y agricultura

#### Especificaciones y Aprobaciones

Recomendados para usar en las aplicaciones que requieren:	Mobil Delvac 1330	Mobil Delvac 1340	Mobil Delvac 1350
API CF/SF	X	X	X
Daimler Chrysler MB 227.0	X	X	
Allison C-4	X		

#### Otras especificaciones

Nombre de producto	Especificación	Mobil Delvac 1330	Mobil Delvac 1340	Mobil Delvac 1350
10 TBN mínimo		X	X	X

## Características típicas

Mobil Delvac	1330	1340	1350
Grado SAE	30	40	50
Viscosidad, ASTM D 445			
cSt @ 40°C	106	146	231
cSt @ 100°C	11.8	14.6	19.9
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	99	99	99
Cenizas sulfatadas, % peso, ASTM D 874	1.1	1.1	1.1
TBN, mg KOH/g, ASTM D 2896	10.1	10.1	10.1
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-21	-21	-18
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	256	254	260
Densidad @ 15°C kg/l, ASTM D 4052	0.89	0.90	0.90

## Seguridad e Higiene

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

*El logotipo Mobil, el diseño del Pegasus y Delvac son marcas registradas por Exxon Mobil Corporation, o una de sus afiliadas.*

ExxonMobil Lubricants & Specialties  
Es posible que no todos los productos estén disponibles en tu localidad. Para mayor información, ponerte en contacto con la oficina de venta local o dirígete a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com).  
ExxonMobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Exxon, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, recaerán recayendo en las entidades afiliadas a ExxonMobil. Debido a la continua investigación y desarrollo de los productos, la información aquí contenida podría verse modificada sin previo aviso. Las características típicas podrían variar ligeramente.  
© 2007 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.

# Mobilube HD 80W-90, 85W-140

Aceites de alto rendimiento para engranajes de vehículos comerciales

## Descripción de producto

Mobilube HD 80W-90 y 85W-140 son lubricantes para engranajes de vehículos comerciales formulados a partir de aceites base de alto rendimiento y un avanzado sistema de aditivos. Estos lubricantes están diseñados para ejes y mandos finales de servicio pesado donde se esperan presiones extremas y cargas de choque. Proporcionan un excelente rendimiento a aquellas aplicaciones que requieren un nivel API GL-5.

## Propiedades y Beneficios

Las aplicaciones de servicio pesado actuales requieren cada vez mayores rendimientos de los lubricantes. Mayores velocidades, mayor par y mayores cargas requieren formulaciones más avanzadas para maximizar la vida del equipo y optimizar los costos de operación. Además los mayores intervalos de servicio exigen requerimientos adicionales a los lubricantes de engranajes a través de aceites base efectivos y sistemas de aditivos. La serie Mobilube HD está diseñado para cumplir con estos retos. Los principales beneficios incluyen:

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Excepcional estabilidad térmica y resistencia frente a la oxidación a altas temperaturas	Mayor vida de los engranajes y de los cojinetes gracias a una menor formación de depósitos Juntas más duraderas
Insuperable protección contra el desgaste en condiciones de operación de baja velocidad/alto par y contra el rayado a altas velocidades	Mayor capacidad para soportar cargas Reducción de los costos de mantenimiento y vidas más largas de los equipos
Excelente protección contra la corrosión y la herrumbre	Mayor vida de los componentes y reducción del desgaste
Efectiva lubricación a bajas temperaturas	Menor desgaste en el arranque y mayor facilidad de arranque
Compatible con los típicos materiales de juntas de automoción	Minimas pérdidas y reducción de la contaminación
Amplio rango de aplicación	Reducción del número de referencias de aceites de engranajes

## Aplicaciones

- Ejes y mandos finales de servicio pesado que requieren un nivel de rendimiento API GL-5
- Camiones de carga ligera y carga pesada y vehículos comerciales
- Maquinaria de industria: construcción, extracción, minería y agricultura
- Otras aplicaciones de servicio pesado y de automoción que poseen engranajes de tipo hipoides operando en condiciones de alta velocidad/carga de choque, alta velocidad/bajo par y/o baja velocidad/alto par

## Especificaciones y Aprobaciones

Mobilube HD cumple o excede las siguientes especificaciones:	80W-90	85W-140
API GL-5	X	X

ExxonMobil Lubricantes & Especialidades

Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, ponerse en contacto con la oficina de venta local o dirigirse a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com)

Exxon Mobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, seguirán recayendo en las entidades afiliadas a Exxon Mobil. Debido a la continua actividad de investigación y desarrollo de productos, esta información está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las propiedades típicas pueden sufrir ligeras variaciones.

© 2001 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.





Mobil

### Características típicas

#### Mobilube HD Características

Grado SAE	80W-90	85W-140
Viscosidad, ASTM D 445		
cSt @ 40°C	136	328
cSt @ 100°C	14.5	25.3
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	105	97
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-30	-18
Punto de evaporación, °C, ASTM D 92	202	224
Densidad @ 15°C kg/l, ASTM D 4052	0.897	0.905

### Seguridad e Higiene

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.

El logotipo Mobil y el diseño del Pegasus son marcas registradas por Exxon Mobil Corporation, o una de sus afiliadas

ExxonMobil Lubricantes & Especialidades

Es posible que no todos los productos estén disponibles en su localidad. Para mayor información, ponerse en contacto con la oficina de venta local o dirigirse a [www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com).

Exxon Mobil se compone de numerosas filiales y empresas asociadas, muchas de las cuales tienen nombres que incluyen el de Esso, Mobil y ExxonMobil. Nada de lo que figura en este documento está destinado a anular o reemplazar la separación corporativa que existe entre las entidades locales. La responsabilidad de las acciones a nivel local, y la obligación de responder de ellas, seguirán recayendo en las entidades afiliadas a Exxon Mobil. Debido a la continua actividad de investigación y desarrollo de productos, esta información está sujeta a modificaciones sin previo aviso. Las propiedades típicas pueden sufrir ligeras variaciones.

© 2001 Exxon Mobil Corporation. Todos los derechos reservados.





## MOBILGREASE XHP 222

### DESCRIPCIÓN

Mobilgrease XHP 222 es una grasa de complejo de litio de rendimiento extra elevado prevista para una amplia variedad de aplicaciones y condiciones operativas severas. Esta grasa fue diseñada para superar a los productos convencionales aplicando la tecnología de fabricación de complejo de litio propia y a la vanguardia. Se basa en aceites minerales parafínicos de alta calidad y se fabrica y formula para proporcionar un excelente rendimiento a alta temperatura con una adherencia magnífica, estabilidad estructural y resistencia a la contaminación de agua. Esta grasa posee un elevado nivel de estabilidad química y ofrece una temperatura de trabajo máxima recomendada de 175°C. La grasa Mobilgrease XHP 222 es de Grado 2 NLGI y tiene una viscosidad de aceite base ISO VG 220.

Mobilgrease XHP 222 está diseñada para un amplio rango de aplicaciones entre las que se incluyen los sectores marino, industrial, de automoción y de construcción. Sus características de rendimiento lo hacen la elección ideal para condiciones operativas severas que incluyen alta temperatura, contaminación de agua, cargas elevadas y operaciones de relubricación.

### PROPIEDADES Y BENEFICIOS

Mobilgrease XHP 222 es un miembro líder de la gama de productos Mobilgrease, que ha conseguido reputación a nivel mundial por la innovación y el excelente rendimiento. Mobilgrease XHP 222 representa el producto innovador diseñado por nuestros técnicos de formulación y respaldados por nuestro personal de asistencia técnica de todo el mundo.

Un factor clave en la excelente adherencia y propiedades de cohesión y elevado punto de goteo de Mobilgrease XHP 222 es la tecnología de fabricación propia diseñada en las instalaciones de investigación de ExxonMobil y adoptada por nuestras modernas instalaciones de fabricación. Este producto emplea aditivos especialmente seleccionados para proporcionar una excelente estabilidad de oxidación, control de oxidación y corrosión, resistencia a la contaminación de agua, así como protección antidesgaste y frente a presiones extremas.

Mobilgrease XHP 222 ofrece las siguientes características y beneficios potenciales:

Propiedades	Ventajas y beneficios potenciales
Resistencia excelente al lavado por agua y al rociado.	Asegura la lubricación y protección adecuada incluso en las condiciones de exposición al agua más severas.
Estructura altamente adhesiva y cohesiva.	Excelente tenacidad de la grasa, fugas reducidas e intervalos de relubricación prolongados para requisitos de mantenimiento reducidos.
Excelente resistencia a la oxidación y corrosión.	Protección de las piezas lubricadas incluso en entornos acuosos hostiles, especialmente de agua ácida.
Muy buena resistencia ante la degradación térmica, oxidativa y estructural a alta temperatura.	Vida de engrase prolongada y protección de cojinetes mejorada en aplicaciones a alta temperatura que ofrece un mantenimiento reducido y beneficios en costes de sustitución.
Muy buen rendimiento antidesgaste y en presiones extremas.	Protección fiable de los equipos lubricados, incluso en condiciones de alto deslizamiento y moderada carga de choque con potencial para una vida prolongada de los equipos y reducción de tiempos inactivos imprevistos.
Amplia aplicación multiuso.	Proporciona potencial de racionalización de inventario y de reducción de costes de inventario.

## APLICACIONES

Mobilgrease XHP 222 es recomendada para aplicaciones severas donde se requieren buenas propiedades antifugas y de alta temperatura. Puede ser usada en una amplia gama de aplicaciones marinas e industriales, incluidos equipos y componentes que emplean cojinetes, correderas y pasadores antifricción.

## CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

MOBILGREASE XHP 222	
Grado NLGI	2
Tipo de espesante	Complejo de Litio
Color, Visual	Azul oscuro
Penetración, trabajada, 25°C, ASTM D 217	280
Punto de goteo, °C, ASTM D 2265	280
Viscosidad del aceite, ASTM D 445 cSt a 40°C	220
Cambio de consistencia de penetración, estabilidad de rodillo, ASTM D 1831, mm/10	-8
Prueba 4 bolas, desgaste D 2266, marcas, mm	0,5
Carga 4 bolas, soldadura ASTM D 2509, Kg	315
Prueba de carga Timken, ASTM D 2509, lb	45
Oxidación de bomba, ASTM D 942, caída de presión a 100 hrs, kPa	35
Prevención de corrosión, ASTM D 1743	Pasa
Oxidación Emcor, IP 220, 0 Agua acidica	0
Protección de corrosión, IP 220-mod.,	0
Lavado por agua destilada	
Corrosión de tira de cobre, ASTM D 4048	1A
Resistencia rociado de agua, ASTM D 4049, % de rociado	15
Lavado por agua, ASTM D1264, % pérdida de peso a 79°C	5

## SEGURIDAD E HIGIENE

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS).

Los valores de características típicas que figuran en el cuadro, son valores medios dados a título indicativo y no constituyen una garantía.  
Estos valores pueden ser modificados sin previo aviso.

CEPSA Lubricantes, S.A. - C/ Ribera del Loira, 50 - 28042 Madrid - [www.cepsa.com/lubricantes](http://www.cepsa.com/lubricantes)

Rev. 0, mex, noviembre, año 2006

## Anexo B. Tablas de lubricantes y filtro





# LUBRICANTES EQUIPO MOVIL



VEHICULO	PARTE A LUBRICAR	ACEITE	FILTROS
<b>CATERPILLAR 950H</b>	Motor	Mobil Delvac 15W40	ST01053582 / #Part: 1R1807
	Servotransmisión	Mobil Delvac 1340	ST00859559 / #Part: 2254118
	Sistema Hidráulico	Mobil DTE 26	ST01156566 / #Part: 1440832 ST01156567 / # Part: 3096931
	Diferenciales	Mobilube 80W90	<b>Filtro De Aire Primario</b> ST01125158 / #Part: 2456375 <b>Filtro De Aire Secundario</b> ST01125159 / # Part: 2456376

<b>CATERPILLAR 910</b>	Motor	Mobil Delvac 15W40	ST00089103
	Servotransmisión	Mobil Delvac 1340	FILTRO AIRE PRIMARIO ST00002533
			FILTRO AIRE SECUNDARIO ST00002534
	Sistema Hidráulico	Mobil DTE 26	ST00939695
	Diferenciales	Mobilube 85W140	
<b>VOLVO L90 BM</b>	Motor	Mobil Delvac 15W40	Filtro De Aceite ST00018492
	Servotransmisión	Mobil Delvac 1340	
	Sistema Hidráulico	Mobil DTE 26	Filtros: ST00018237 / ST00061692
	Diferenciales	Mobilube 85W140	

## Anexo C. Formato de revisión diaria de equipos

	<b>FORMATO DE REVISIÓN DE CARGADOR</b>								
<b>EQUIPO:</b>	<b>HOROMETRO:</b>	<b>SUPERVISOR:</b>							
<b>FECHA:</b>		<b>TECNICO:</b>							
<b>ANTES DE LA REVISIÓN</b>									
Dirija el equipo a una area nivelada, aplique el freno de parqueo y apague el motor									
Realice contacto verbal con el operador, esto se realiza fuera de la cabina									
Instale las cuñas de bloqueo llantas delanteras y traseras									
Verifique el area, retire el personal y encienda el equipo									
Cierre el swith y asegure el equipo con candados y bloquee con pasadores y cañuelas									
<b>OBSERVACIONES DEL OPERADOR DEL EQUIPO</b>									
<b>RUTA DE INSPECCION DE EQUIPO MOVIL (INSPECCION VISUAL)</b>									
	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>FUGAS</b>	<b>ROTURAS</b>	<b>CAMBIAR</b>	<b>AJUSTAR</b>	<b>LUBRICAR</b>	<b>NOTAS</b>
Bateria izquierda									
Estado de guardas y chapas motor									
Estado del master del equipo									
Estado de las puertas del motor									
Tope basculante diferencial trasero									
Tornillos de tope basculante									
Soportes de radiador y motor									
Estado del alternador									
Estado de las correas de motor									
Estado bomba de inyeccion									
Estado de multiple de escape									
Estado del turbocompresor									
Freno Delantero Izquierdo									
Estado de motor de arranque y arnes									
Estado de filtro de combustible									
Estado de bombin y filtro trampa									

Llanta trasera izquierda							
Pernos de llanta							
Fugas por mandos finales y frenos							
Cardan diferencial trasero							
Camaras de freno							
Estado del tanque de ACPM							
Tapa del tanque de ACPM							
Estado cilindro de dirección izquierdo							
Estado de la articulación central							
Cardan de transmisión delantero							
Llanta izquierda delantera							
Pernos de llanta							
Fugas por frenos o mandos final							
Estado cilindro de levante izquierdo							
Estado del bastidor lado izquierdo							
Estado del brazo del lado izquierdo							
Tornilleria del diferencial delantero							
Pivotes de brazo izquierdo							
Pivotes del cucharon							
Valvulas							
Estado de mangueras hidraulicas							
Esado del cucharon y cuchillas							
Esatado del balancin del cucharon							
Estado del hueso de perro							
Estado de cilindro volteo cucharon							
Estado del brazo del lado derecho							
Estado del bastidor lado derecho							
Pivotes de brazo derecho							
Cilindro de levante del lado derecho							
Estado tornilleria diferencial delantero							
Fugas en frenos y mando final							
Llanta delantera lado derecho							
Pernos de llanta							
Estado de articulacion central							
estado cilindro de direccion derecho							
Nivel de aceite de la servotransmisión							
Nivel de aceite convertidor							
Soportes de la cabina							
Soportes de tanque de hidraulico							
Soportes de servotransmisión							

Estado tanque del hidraulico							
Nivel del hidraulico							
Estado de mangueras hidraulicas							
Llanta trasera derecha							
Pernos de llanta							
Fugas en frenos y mando final							
Filtro del aceite de motor							
Enfriador de aceite de motor							
Filtro de aire							
Filtros Aire							
Estado aspas ventilador motor							
Batería derecha							
Estado de guardas y chapas motor							
Contrapesa							
Estado guarda radiador							
Estado general de radiador							
Estado lamparas traseras							
Estado de lamparas de freno							
Estado escalones de acceso							
Estado de lamparas delanteras							
Estado silla conductor							
Cinturon de seguridad							
Estado del exhosto							
Espejos							
Tablero de instrumentos							
Estado de cabina							
Estado de vidrios de cabina							
Puerta de acceso							
Plumillas y limpiaparabrisas							
<b>Encienda el equipo y compruebe</b>							
Sistema Dirección							
Sistema de frenos							
Luces							
Movimientos cucharon							
Motor							
Transmisiòn							
Alarmas sonoras (Pito, alarma reversa)							
<b>OBSERVACIONES</b>							

## Anexo D. Programación de las rutas de lubricación



### RUTAS MENSUALES DE LUBRICACIÓN PLANTA BUCARAMANGA



#### CARGADOR VOLVO L 90 BM

SEMANA	RUTA DE LUBRICACIÓN	L	M	MI	J	V	S	D	Ejecutante
1ra Semana	Puntos Articulación Trasera	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Actuador Inferior	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Actuador Superior	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Sup De La Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
2da Semana	Buje Brazos Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Cilindro Basculante	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Delantero Actuador Articulación	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Actuador Articulación	X	X	X	X	X	X	X	
3ra Semana	Buje Basculante Suspensión Trasero	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Intermedio Brazo Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Intermedio Pivote Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Unión Biela Con Balancin	X	X	X	X	X	X	X	
4ta Semana	Puntos Articulación Trasera	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Actuador Inferior	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Actuador Superior	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Sup De La Cuchara	X	X	X	X	X	X	X	

**CARGADOR CATERPILLAR 910**

SEMANA	RUTA DE LUBRICACIÓN	L	M	MI	J	V	S	D	Ejecutante
1ra Semana	Buje Delantero Biela Acoplador	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inf Acoplador Rápido	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inf Pivote Cuchara Lado Izq	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Actuador De La H	X	X	X	X	X	X	X	
2da Semana	Buje Trasero Biela Acoplador	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Actuador Auxiliar	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje actuador De La Dirección	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Articulación Bastidor	X	X	X	X	X	X	X	
3ra Semana	Grasera Cardan	X							
	Grasera Crucetas Cardan		X						
	Muñon Delantero Diferencial Trasero			X					
	Muñon Trasero Diferencial Trasero			X					
4ta Semana	Buje Delantero Biela Acoplador	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inf Acoplador Rápido	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Inf Pivote Cuchara Lado Izq	X	X	X	X	X	X	X	
	Buje Trasero Actuador De La H	X	X	X	X	X	X	X	