



“Facultad de Ingeniería Mecánica”

Trabajo de Diploma

Título: Análisis de durabilidad de los lubricantes empleados en las Combinadas Cañeras Case IH Serie A7000.

Autor: Raimel Alonso Sánchez.

Tutor: Dr. Rafael Antonio Goytisoló Espinosa.

Consultantes: MSc. Gabriel Castillo Morales.
Ing. Roberto Bravo Agriél.

Junio 2011
“Año 53 de la Revolución”

DECLARACION DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

“Carlos Rafael Rodríguez”

Sistema de Documentación y Proyecto.

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Universidad de Cienfuegos para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de este envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico
Nombre y Apellidos. Firma.

Vice Decano.
Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Tutor

Sistema de Documentación y Proyecto.
Nombre y Apellido. Firma

Pensamiento

Pensamiento.

"Jamás dejes que las dudas paralicen tus acciones. Toma siempre todas las decisiones que necesites tomar, incluso sin tener la seguridad o certeza de que estás decidiendo correctamente. "

Paulo Coelho

Dedicatoria

Dedicatoria.

Dedico esta labor a mis padres, que tanto apoyo me han brindado durante mi vida de estudiante, a quienes agradezco infinitamente haber llegado a esta meta.

Agradecimientos.

Agradecimientos.

- ✚ A mis padres y todos mis familiares que me han brindado su mayor apoyo en todo mi período como estudiante.
- ✚ A todos mis profesores de clases y a aquellos que siempre tuvieron la amabilidad de trasmitirme sus conocimientos sin ningún interés.
- ✚ A mis buenos compañeros de aula por haber compartido de una manera u otra, en los buenos y malos momentos estos cinco años de la carrera.
- ✚ A todas las personas que me han acompañado a lo largo de la vida.

Mi más sincero agradecimiento.

Resumen

RESUMEN

En la zafra azucarera 2008-2009 el Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ) compró 60 cosechadoras de caña marca Case serie A7000 a Brasil, con el objetivo de sustituir parte del antiguo parque en funcionamiento de Máquinas Cosechadoras KTP existentes en el país y elevar la eficiencia de la contienda. Cuatro de esas modernas combinadas cañeras fueron ubicadas en nuestra provincia de Cienfuegos en el central "Ciudad Caracas" para aumentar la productividad en el corte mecanizado y el MINAZ Provincial planteó la necesidad de caracterizar, constructiva y funcionalmente a estas máquinas para valorar posibles nuevas inversiones de este parque, así como evaluar el comportamiento de los aceites lubricantes utilizados en ellas para establecer la periodicidad más conveniente para su cambio total. El objetivo general del trabajo está en correspondencia con lo anteriormente descrito.

En el trabajo se logró caracterizar constructivamente a dichas combinadas, describiendo el funcionamiento de cada uno de los agregados que componen a la misma. Se estableció la metodología para el análisis integral de los aceites lubricantes, tanto del utilizado en el motor de combustión interna como del aceite hidráulico. En el trabajo se hace una propuesta sobre la periodicidad óptima para realizar el cambio de estos aceites.

Índice



Índice	Pág.
INTRODUCCION	1
Capítulo I. Generalidades de la Cosechadora de Caña Serie A7000 del CAI “Ciudad Caracas”.	4
1.1 Introducción.	4
1.2 Características principales de las Cosechadoras de Caña Case IH	4
1.3 Partes principales del Motor Scania DC9 y su funcionamiento.	26
1.3.1 Sistema de lubricación.	26
1.3.2 Grasa.	29
1.3.3 Líquido Refrigerante del Motor.	29
1.3.4 Batería:	29
1.4 Caja de engranajes del accionamiento de las bombas	29
1.5 Circuitos Hidráulicos de la Combinada A7000.	30
1.5.1 Sistemas Hidráulicos Generales de la combinada.	30
1.5.2 Suministro de aceite.	30
1.5.3 Entrada de aire.	30
1.5.4 Filtrado.	30
1.5.5 Válvulas de escape.	30
1.5.6 Contaminación	31
1.5.7 Divisor de Flujo (Cortador de puntas).	31
1.5.8 Divisor de Flujo (Triturador de puntas).	32
1.5.9 Divisor de Flujo (Disco de Corte Lateral).	33
1.5.10 Circuito hidráulico del cortador de puntas estándar.	33
1.5.11 Circuito hidráulico del triturador del cortador de puntas.	34
1.5.12 Circuito hidráulico del Cortador de Base.	34
1.5.13 Circuito hidráulico del trozador, rollos alimentadores, rollo tumbador, 1º y 2º rollos flotantes.	34
1.5.14 Circuito hidráulico del Extractor Primario.	36
1.5.15 Circuito hidráulico del elevador.	36
1.5.16 Circuito hidráulico del Extractor Secundario.	36
1.5.17 Circuito hidráulico de la dirección (A7000).	37
1.5.18 Circuito Auxiliar hidráulico de la combinada.	37
1.5.19 Freno A-7000.	38
1.5.20 Acumulador.	38
1.5.21 Transmisión.	39
1.6 Conclusiones Parciales.	40
Capitulo II Planteamiento experimental de la investigación para definir el estado técnico de los aceites empleados en la cosechadora.	41
2.1 Introducción.	41
2.2 Condiciones de explotación.	41
2.3 Análisis clásicos para determinar el estado técnico del aceite lubricante del motor.	41

2.3.1 Viscosidad.	42
2.3.2 Densidad.	43
2.3.2 Punto de inflamación.	44
2.3.4 Impurezas mecánicas.	44
2.3.5 Número Total de Base.	45
2.3.6 Contenido de Agua.	45
2.3.7 Índice de viscosidad.	46
2.4 Análisis clásicos para determinar el estado técnico del aceite hidráulico.	46
2.5 Procedimiento para la evaluación de las propiedades físico-químicas de los aceites lubricantes.	49
2.6 Conclusiones Parciales.	50
Capítulo III. Análisis de los Resultados.	51
3.1 Introducción.	51
3.2 Condiciones reales de operación de las combinadas cañeras.	51
3.3 Toma de muestras y diseño de los experimentos.	51
3.4 Análisis de las propiedades del aceite lubricante del motor de combustión interna.	52
3.5 Análisis de las propiedades del aceite hidráulico.	54
3.6 Conclusiones parciales.	55
CONCLUSIONES GENERALES.	56
RECOMENDACIONES	57
Bibliografía	58
Anexos	60

Introducción

INTRODUCCION

En la zafra azucarera 2008-2009 el Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ) compró 60 cosechadoras de caña marca Case IH Serie A7000 a Brasil, con el objetivo de sustituir parte del antiguo parque en funcionamiento de Máquinas Cosechadoras KTP existentes en el país y elevar la eficiencia de la contienda.

Cuatro de esas modernas combinadas cañeras fueron ubicadas en nuestra provincia de Cienfuegos en el central "Ciudad Caracas" para aumentar la productividad en el corte mecanizado y el MINAZ Provincial planteó la necesidad de evaluar su funcionamiento durante la zafra para posibles nuevas inversiones de este parque. Estas cosechadoras de caña de azúcar de Case IH, lanzadas al mercado en enero de 2001, son el resultado de la experiencia de 30 años de la marca en la cosecha mecanizada de caña de azúcar en América Latina y de la tecnología australiana de Austoft, pionera en el desarrollo de ese tipo de máquinas.

Estas máquinas tienen capacidad para cosechar de 800 a 1.000 toneladas de caña de azúcar por día. Poseen un motor de 330 kW y pueden trabajar a una velocidad de hasta 12 km/h, con rendimiento promedio nominal de hasta 70 t/h, dependiendo de las condiciones del cultivo.

La cosechadora de caña de azúcar de Case IH/Austoft posee transmisión hidrostática independiente y bombas regulables con flujo variable. Un conjunto despuntador corta las hojas verdes del cañaveral, consiguiendo mantener el producto picado más limpio. El corte de base, compuesto por dos discos con 5 cuchillas cada uno, corta la caña de azúcar que cae en los rodillos alimentadores, llevando el producto para el interior de la máquina. Para ser picada, la caña de azúcar pasa por el picador rotativo que posee cuatro láminas de corte sustituibles.

Introducción

El sistema de extracción hace que la caña de azúcar pase por dos puntos de limpieza antes de llegar al trasbordo. La primera es realizada en el pie del elevador, y la otra antes de salir de la máquina. El elevador cuenta con un giro de 170 grados con accionamiento hidráulico a través del comando deflector de ajuste de carga. La serie A7000 puede ser equipada con ruedas o con orugas que disminuyen la compactación del suelo y facilitan el desplazamiento de la máquina en el cañaveral. Broek, D. (1983:82).

El Colectivo de Mecánica Aplicada de la Universidad de Cienfuegos a petición del MINAZ, se ha dado a la tarea de caracterizar, desde el punto de vista constructivo y de funcionamiento, a estas combinadas cañeras, así como evaluar la posibilidad de alargar el tiempo para el cambio total de los aceites lubricantes para el motor de combustión interna y el sistema hidráulico.

Como problema científico se plantea que no está técnicamente argumentado el período óptimo para realizar el cambio total de los aceites lubricantes utilizados en las combinadas cañeras Case IH Serie A7000 que se explotan en el central azucarero Ciudad Caracas.

La hipótesis del trabajo es que si se determinan las principales propiedades físico químicas de los aceites lubricantes que se utilizan en las combinadas cañeras Case IH Serie A7000, teniendo en cuenta las condiciones de explotación, se puede establecer el periodo óptimo para realizar el cambio total de los mismos.

Introducción

El objetivo general del trabajo es establecer el período óptimo para realizar el cambio total del aceite lubricante del motor y del aceite hidráulico, utilizados en las combinadas cañeras Case IH Serie A7000.

Los objetivos específicos del trabajo son:

1. Caracterizar constructivamente a las combinadas cañeras Case IH Serie A7000.
2. Caracterizar las condiciones de explotación de las combinadas cañeras Case IH Serie A7000.
3. Determinar, a partir de los ensayos clásicos, las principales propiedades físico-químicas del aceite de motor y del aceite hidráulico, utilizados en las combinadas cañeras Case IH Serie A7000.
4. Determinar el período óptimo para realizar el cambio total de estos aceites.

Capítulo I

Capítulo I. Generalidades de la Cosechadora de Caña Serie A7000 del CAI “Ciudad Caracas”.

1.1 Introducción.

En este capítulo se describen las principales características técnicas y de operación de las cosechadoras de caña Serie A7000. Se explica el funcionamiento de los principales agregados de la misma, fundamentalmente de los que están relacionados con los aceites lubricantes, tanto de motor como hidráulico. Se exponen las conclusiones parciales del capítulo.

1.2 Características principales de las Cosechadoras de Caña Case IH

Las cosechadoras de caña de azúcar de marca Case IH, lanzadas en enero del 2001, son el resultado de la experiencia de 30 años de la marca en la cosecha mecanizada de caña de azúcar en América Latina y de la tecnología australiana de Austoft, pionera en el desarrollo de ese tipo de máquina.

Con dos modelos A7000, equipadas con neumáticos y A7700, sobre orugas las nuevas máquinas tienen capacidad para cosechar de 800 a 1000 toneladas de caña de azúcar por día. Poseen un motor de 330 kW y pueden trabajar a una velocidad de hasta 12 km/h, con rendimiento promedio de hasta 70 t/h, dependiendo de las condiciones del cultivo.

La cosechadora de caña de azúcar de Case IH posee transmisión hidrostática independiente y bombas con flujo variable. Un conjunto despuntador corta las hojas verdes del cañaveral, consiguiendo mantener el producto picado más limpio. El corte de base, compuesto por dos discos con 5 cuchillas cada uno, corta la caña de azúcar que cae en los rodillos alimentadores, llevando el producto para el interior de la máquina. Para ser picada, la caña de azúcar pasa por el picador rotativo que posee cuatro láminas de corte sustituibles. E, Hugot. (1974:63). A continuación se presentan en la tabla 1.1 algunos datos de la combinada Serie A7000 y A7700.

Capítulo I

Tabla 1.1 Datos técnicos de las combinadas Serie A7000 y A7700.

Modelo	Potencia del motor	Velocidad de cosecha	Altura del descogollador	Altura operacional
A 7700	330 kW- 240 kW	hasta 9 km/h	3.600 mm	5.940 mm
A 7000	330 kW -240 kW	hasta 20 km/h	3.600 mm	5.940 mm

Los principales agregados de la cosechadora de caña de azúcar Serie A7000 son:

- 1) Cortador de Puntas
- 2) Triturador de Puntas
- 3) Divisores de Línea
- 4) Discos de Corte Lateral
- 5) Rollo Tumbador
- 6) Zapatas Flotantes
- 7) Rollo Alimentador
- 8) Cortador de Base
- 9) Caja de engranajes del cortador de base
- 10) Conjunto de Rollos Alimentadores
- 11) Picador
- 12) Extractor Primario.
- 13) Gorro del Extractor primario
- 14) Elevador

Capítulo I

- 15) Flap
- 16) Extractor Secundario
- 17) Gorro del Extractor Secundario
- 18) Dirección
- 19) Suspensión delantera

En la figura 1.1 se muestran los principales componentes de la combinada cañera Serie A7000.

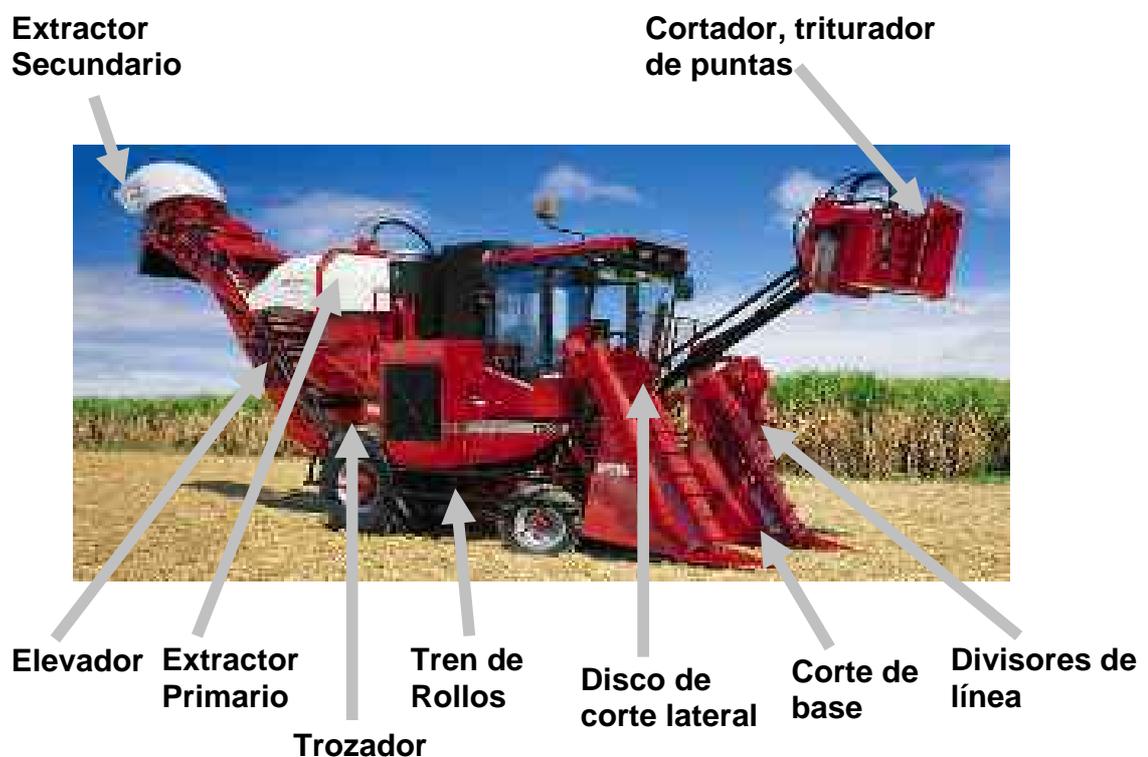


Fig. 1.1: Partes mecánicas de la Cosechadora de Caña Serie A7000.

A continuación se describe la función, el funcionamiento y las especificaciones hidráulicas de cada uno de ellos.

Capítulo I

1) Cortador de Puntas.



Fig. 1.2 Cortador de Puntas.

El cortador de puntas corta las puntas de la caña en un único pedazo y lo tira para los lados. La altura es controlada por el operador. El cortador está compuesto por un chasis robusto, en el cual están colocados dos tambores reunidores, accionados individualmente por motores Orbitales modelo KS Char-lynn "S", 1 1/4" de 14 pulgadas. El disco picador con 8 láminas está colocado entre los tambores reunidores y es accionado por un motor Comercial M30 con engranaje de 1". A continuación se muestran algunas especificaciones hidráulicas en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Especificaciones hidráulicas del cortador de puntas.

CORTADOR DE PUNTAS (STD)		
Suministro de aceite	Comercial FD 30 Engranaje	1" 12 gpm
Motor	Comercial M30 Engranaje 1"	
Tambor de Corte	Velocidad del tambor	1423 rpm
Motor de Accionamiento	Char-Lynn 'Serie S'	14 Pul. cub.
Discos Reunidores	Velocidad del tambor	189 rpm
Mando	Vickers compuesta, operada por solenoide.	
Válvula de Escape	Vickers	2650 psi

Capítulo I

2) Triturador de Puntas.



Fig. 1.3 Triturador de Puntas.

El triturador de puntas corta las puntas de la caña en pedazos menores de 100 mm y los tira para los lados. La altura es controlada por el operador. Este equipo está compuesto por un chasis robusto en el cual están armados dos discos reunidores, accionados individualmente por motores Orbitales modelo KS Char-lynn "S", 11/4". El tambor de 24 láminas está armado entre los discos reunidores y 10 láminas son atornilladas en la carcaza (5 de cada lado) donde actúan las láminas del tambor del cortador de puntas. El tambor es accionado por un motor Comercial M50, Engranaje 2 1/4". En la tabla 1.3 se muestran las especificaciones hidráulicas de este elemento mecánico.

Tabla 1.3 Especificaciones hidráulicas del triturador de puntas.

TRITURADOR DE PUNTAS		
Motor	Comercial M50 Engranaje 2 1/4"	
Tambor de Corte	Velocidad del tambor	1160 rpm
Motor de Accionamiento	Char-Lynn 'Serie S'	14 Pul. cub.
Discos Reunidores	Velocidad de los discos	272 rpm
Válvula de Control	Vickers compuesta, operada por solenoide	
Válvula de Escape	Vickers	2650 psi
Suministro de aceite	Comercial FD 30 Engranaje 1"	12 gpm
	Comercial FD30 Engranaje 1 3/4"	21 gpm
	Flujo total	33 gpm

3) Divisores de Línea.



Fig. 1.4 Divisores de Línea.

El divisor de línea levanta la caña caída y separa la caña de la línea cortada de la caña en el camino lateral. La altura es controlada por el operador. Los divisores de línea están compuestos por una estructura conectada al chasis principal de la cosechadora a través de dos brazos. Estos brazos actúan en paralelo para levantar y bajar los divisores para mantener la luz deseada entre las zapatas del divisor y el suelo, permanentemente. La altura es regulada por un cilindro hidráulico operado desde la cabina. Armado en la estructura del divisor, existe un tubo cónico con una tira en espiral soldada. El mismo es girado por un motor orbital, que también sostiene la parte superior de la espiral por medio de guías. La parte inferior de la espiral es sostenida por un rodamiento armado en la estructura del divisor. Existe también una pared lateral flotante que se fija en la parte trasera de la estructura del divisor de línea y flota para acomodarse a las condiciones del terreno. La doble espiral es estándar y se arman en la parte exterior de la espiral normal. Para pequeños mantenimientos, el conjunto del divisor de línea se podrá reparar sin ser removido del chasis de la cosechadora, pero en el caso de ser necesaria una reparación de mayor envergadura, el conjunto del divisor

Capítulo I

de línea podrá ser retirado del chasis de la cosechadora. En la tabla 1.4 podemos ver algunos datos hidráulicos de sus componentes.

Tabla 1.4 Especificaciones hidráulicas de los divisores de línea.

DIVISORES DE LÍNEA		
Suministro de aceite	Sección 1" del motor del cortador de base	18,8 gpm
Motores de Accionamiento	Char-Lynn Serie 2000	24 Pul. cub.
Válvula de Escape	BA66K	2500 psi

4) Discos de Corte Lateral (OPC).



Fig. 1.5 Discos de Corte Lateral (OPC)

Los discos de corte lateral auxilian en la cosecha de caña verde y caña tronzada, separando la línea de corte del camino lateral. Para plantaciones muy densas, los discos de corte se arman del lado externo de cada divisor de línea. El disco de corte lateral consiste en un disco circular con 8 láminas atornilladas y accionadas por un

Capítulo I

motor orbital modelo Char-lynn 2000 4.9 pul3. Los discos de corte lateral se podrán levantar y bajar manualmente o hidráulicamente por mandos en la cabina (Opcional). A continuación en la tabla 1.5 podemos ver otras especificaciones hidráulicas del disco de corte lateral.

Tabla 1.5 Especificaciones hidráulicas del disco de corte lateral.

DISCO DE CORTE LATERAL		
Suministro de aceite	Sección 1" FD30 del Divisor de Flujo	12 gpm
Motores de Accionamiento	Char-Lynn Serie 2000	4, 9 Pul. cub.
Válvula de Escape	Vickers integrada	2850 psi

5) Rollo Tumbador.

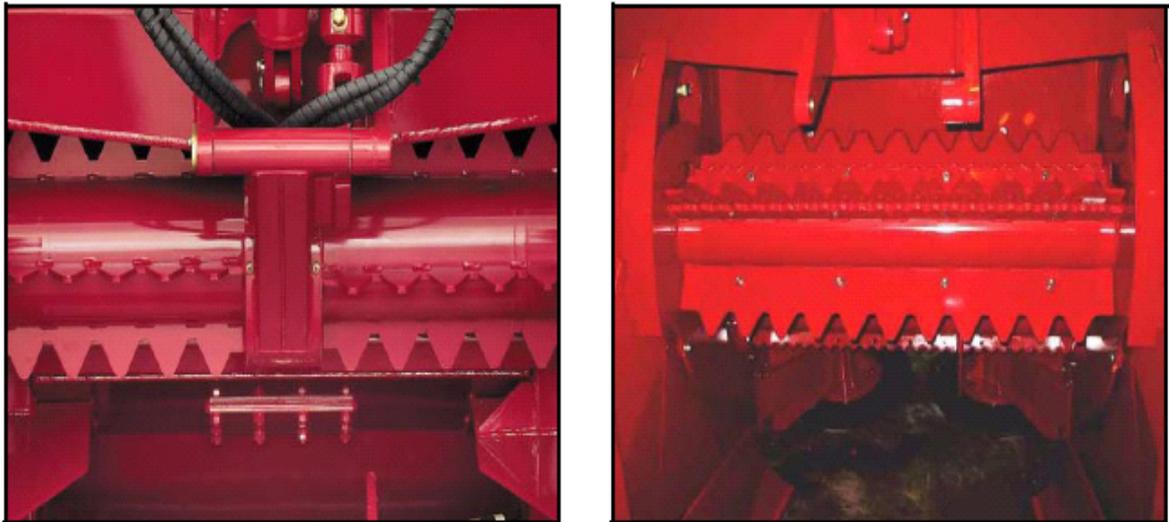


Fig. 1.6 Rollo Tumbador.

El rollo tumbador está reglado para auxiliar en la alimentación de la caña caída. El rollo tumbador ayuda en la alimentación de gran cantidad de caña caída hacia el interior de la máquina.

Capítulo I

6) Zapatas Flotantes.



Fig. 1.7 Zapatas Flotantes.

Las zapatas flotantes direccionan los pedazos caídos para el cortador de base, reduciendo la pérdida. En función de las diferentes condiciones de las plantaciones y tipos de cultivo, podrá ser necesario el uso de laterales flotantes que orientan la caña hacia el cortador de base. Las laterales flotantes son fijadas en el divisor de línea por un bulón de 20mm y apoyadas en la parte trasera por una cadena ajustable.

7) Rollo Alimentador.



Fig. 1.8 Rollo Alimentador.

El rolo alimentador auxilia en la tracción de la caña para el cortador de base.

Capítulo I

8) Cortador de Base



Fig. 1.9 Cortador de Base.

La función que realiza es: Cortar la caña a nivel de la tierra y la alimenta primero en el conjunto del rollo de alimentación. La altura es controlada por el operador. A continuación aparece en la tabla 1.6 los datos hidráulicos del cortador de base.

Tabla 1.6 Especificaciones hidráulicas del cortador de base.

CORTADOR DE BASE		
Suministro de Aceite	Comercial P365	82 gpm
	Eaton Vickers VMQ 35 25 25	85 gpm
Motores de Accionamiento	Comercial M51 Engranaje 1" x 1" x 2 1/2"	
Velocidad del Disco	Caja de reducción de la pierna	640 rpm
Válvula de control	Vickers	
Válvula de Escape	Vickers integrada	2500 psi

9) Caja de engranajes del cortador de base.

La caja de engranajes es de construcción rígida y está ensamblada y fijada en los laterales de la máquina por bulones. Las piernas del cortador de base son accionadas y mantenidas en sincronismo por un conjunto de engranajes dentro de la caja. La potencia de accionamiento es suministrada por un motor hidráulico M51, armado en el lado izquierdo de la caja de engranajes. La rotación del disco es de 640 rpm y la relación de la caja es de 2.65:1.

10) Conjunto de Rollos Alimentadores (Tren de Rollos).

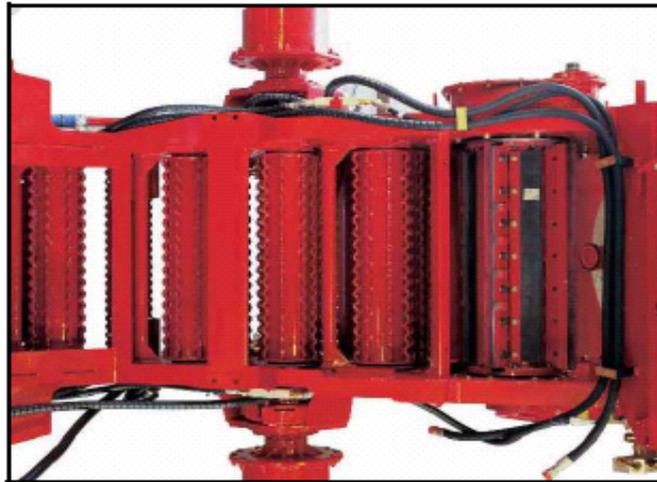


Fig. 1.10 Conjunto de Rollos Alimentadores (Tren de Rollos).

El conjunto de rollos de alimentación consiste en un rollo levantador armado detrás del corte de base, cinco rollos fijos inferiores y cinco rollos flotantes superiores. Los rollos son armados con un rodamiento sellado que se centra automáticamente de un lado y es soportado por el rodamiento cónico del motor de accionamiento del otro lado. Los motores de doble accionamiento son apoyados en ambos extremos por los rodamientos cónicos de los motores de accionamiento. Las extremidades de cada rollo poseen una brida para evitar la suciedad y proteger los rodamientos y selladores. Los primeros dos rollos inferiores poseen 3 tarugos similares al rollo levantador. Todos los demás rollos

Capítulo I

poseen ocho tarugos soldados al tambor del rollo. Los tarugos en todos los rollos poseen la superficie endurecida. El rollo levantador asegura que la caña sea alimentada dentro del conjunto de rollos después de ser cortada por el corte de base. Se deberán mantener el juego entre los discos del cortador y los tarugos de los rollos en el mínimo posible para evitar la pérdida de la caña. El conjunto completo de los rollos es accionado por motores orbitales independientes. El desalineamiento máximo de la pared lateral es de 1,5mm. El juego de las extremidades de los rollos entre dos motores Char-Lynn es de 2mm a 7mm. (Separadores disponibles en 5mm). A continuación se muestran los datos hidráulicos del conjunto de rollos alimentadores o (TREN de ROLLOS) en las tablas 1.7, 1.8 y 1.9.

Tabla 1.7 Especificaciones hidráulicas de los rollos alimentadores N° 5 - 11.

ROLLOS ALIMENTADORES N° 5 - 11		
Suministro de Aceite	Motor Inferior del Picador, Char Lynn 40, 6 pul cub.	31 gpm
Motor de Accionamiento		
Rollo N°. 5	Motor Char-Lynn serie 2000	2 x 18, 7 Pul. cub.
Rollos N° 6 – 11	Motor Char-Lynn serie 2000	18, 7 Pul. cub.
Motor Char-Lynn serie 2000	18	7 Pul. cub.
Válvula de Control	Valvistor variable Vickers	
Válvula de Escape	Cartucho de montaje en el bloque de la valvistor Vickers	2200 psi

Capítulo I

Tabla 1.8 Especificaciones hidráulicas de los rollos alimentadores (inferiores).

ROLLOS ALIMENTADORES (INFERIORES)		
Suministro de Aceite	Motor del cortador de base - sección 1"	18, 8 gpm
Motores de Accionamiento	Rollos Alimentadores Char-Lynn serie 2000 (1& 2)	2 x 24 Pul. cub.
	2º Rollo Inferior Alimentador Char-Lynn serie 2000 (4)	24 Pul. cub.
Válvula de Escape	BA66K	2500 psi

Tabla 1.9 Especificaciones hidráulicas de los rollos alimentadores flotantes.

ROLLOS ALIMENTADOR / PKD / 1º Y 2º FLOTANTE		
Suministro de Aceite	Motor del picador superior (Char Lynn 40, 6 Pul. cub.)	31 gpm
Motores de Accionamiento		
Rollo alimentador	Char-Lynn serie 2000	2 x 24 Pul. cub.
Rollo PKD	Char-Lynn serie 2000	2 x 24 Pul. cub.
1os Rollo flotante (3)	Char-Lynn serie 2000	1 x 18, 7 Pul. cub.
2o Rollo flotante	Char-Lynn serie 2000	1 x 18, 7 Pul. cub.
Válvula de Control	Vickers	
Válvula de Escape	Commercial BA66 - Circuito del Cort. de base	2500 psi

11) Picador.



Fig. 1.11 Picador.

El picador es un conjunto de rollos giratorios equipados con láminas que cortan la caña en pedazos. Este sistema de corte consiste en dos rollos con rotación invertida y cuchillas adecuadas de corte armadas en ambos rollos. Cada cuchilla es ajustada en el rollo trozador por 7 tornillos y una barra protectora (Castaña). Los rollos son accionados hidráulicamente por dos motores orbitales individuales que son sincronizados por los engranajes. Un volante que gira en un eje independiente es accionado por un engranaje superior del picador, dando inercia adicional para equilibrar al sistema. El volante se ajusta con un embrague, para proteger los engranajes en el caso de bloqueo de los rollos trozadores. En la tabla 1.10 se muestran los datos hidráulicos del picador. El mecanismo del picador se podrá reparar sin remover la caja de engranajes del chasis principal. Sin embargo, si se remueve la caja de engranajes del chasis para reparación, deberá ser realineada.

Capítulo I

Tabla 1.10 Especificaciones hidráulicas de los rodillos del picador.

RODILLOS DEL PICADOR		
Suministro de Aceite	P365 2" Comercial para engranaje	62 gpm
	Eaton Vickers VQ 35 25	62 gpm
Motores		
6/8 Láminas - Centro de 15"	Char-Lynn serie 10, 000	40, 6 Pul. cub.
	Velocidad del eje	178 rpm
Válvula de Control	Vickers, funcionamiento pilotado	
Válvula de Escape	Vickers integrada	2750 psi

12) Extractor Primario.



Fig. 1.12 Extractor Primario.

Capítulo I

El extractor primario produce fuertes corrientes ascendentes de aire, separando las impurezas de los pedazos de caña en cuanto estos caen en el cesto. El extractor de brazo vertical consiste en un ventilador accionado por un motor hidráulico armado en la parte superior de la tolva. La carcasa del extractor soporta el apoyo del ventilador y la cámara de limpieza. Un eje vertical en el centro de la carcasa tiene rodamientos cónicos que soportan el ventilador. Estos rodamientos son lubricados con grasa. El soporte del ventilador es accionado por un eje ranurado. El acoplamiento que conecta a la muesca del eje accionado por un motor, tiene una ranura externa que se utiliza para activar el sensor de proximidad que mide el régimen del extractor. A continuación en la tabla 1.11 se muestran los datos hidráulicos del extractor primario.

Tabla 1.11 Especificaciones hidráulicas del extractor primario.

EXTRACTOR PRIMARIO		
Suministro de aceite	Comercial P365B 1 1/2" Engr.	45 gpm
	Eaton Vickers VQ 35 25	43 gpm
Motores de accionamiento	Comercial M365A 2 1/4" Engranaje.	45 gpm
	Velocidad del ventilador	600 - 1100 rpm
Comando	Valvistor Variable Vickers	
Válvula de Alivio	Cartucho de montaje en el bloque Valvistor Vickers.	3500 psi

13) Gorro del Extractor primario.



Fig. 1.13 Gorro del Extractor Primario.

La función que realiza el gorro del extractor primario es que direcciona la suciedad hacia fuera del transportador y otras áreas.

14) Elevador.



Fig. 1.14 Elevador.

Capítulo I

El elevador conduce los pedazos de caña para la tolva, siendo este movimiento controlado por el operador. El elevador posee un vano libre elevado para minimizar daños que podrán ser causados por contenedores de caña que entren en contacto con la parte inferior del elevador. El elevador en sí es adaptable en la altura, controlado a través de la cabina por dos cilindros hidráulicos que sostienen al elevador. Esto permite que el elevador sea bajado al pasar por áreas con obstrucciones aéreas y para minimizar la altura de las plataformas requeridas para el mantenimiento del extractor y del eje. El elevador puede girar 160° para permitir que la máquina pueda operar con corte en una cara. La oruga del elevador está compuesta por cadenas dobles tipo rodillo, con anchos iguales, de 2" y paso de 1 1/2" conectada por tarugos atornillados en las conexiones. El accionamiento es realizado por motores orbitales Char-lynn armados en cada lado, reversibles para permitir el desbloqueo. Los rodamientos del eje de accionamiento se arman con ajuste para mantener una tensión correcta en la cadena. Las cadenas son accionadas por ruedas dentadas armadas en las uniones del elevador para reducir el desgaste. La rueda dentada posee un pasador en el eje. El otro eje no tiene dientes, para permitir la variación de la longitud de la cadena. Para ajustar la cadena del elevador, soltar los ocho tornillos que fijan los rodamientos y los tres tornillos que fijan el piso ajustable del elevador. Soltar las tuercas de los tornillos y girar los tornillos de ajuste hasta obtener la tensión correcta. Las dos cadenas se deberán regular igualmente para que el eje delantero y trasero queden paralelos. La tensión correcta permite una luz de 25mm (1") en el punto más tenso de la cadena, medido en la sección abierta en la parte inferior del elevador. Al estar correcta la tensión, reajustar las tuercas de los tornillos de ajuste y reajustar todos los demás tornillos y tuercas. Existen tarugos de desgaste reemplazables atornillados en los rodillos de las cadenas. Al estar los mismos con desgaste excesivo, se deberán reemplazar por nuevos. Al sustituir los tarugos, sustituir también los tornillos. En la tabla 1.12 se muestran algunos datos hidráulicos del elevador.

Capítulo I

Tabla 1.12 Especificaciones hidráulicas del elevador.

ELEVADOR		
Suministro de Aceite	Comercial P365 1" Engr.	29 gpm
	Eaton Vickers VQ 35 25	34 gpm
Mando	Válvula Vickers compuesta	
Funciones del Cilindro	Flap del volquete	2 gpm
	Giro de la tolva del extractor secundario	2 gpm
	Levantar/Bajar el Elevador	6 gpm
Válvula de Escape	Válvula Vickers Secuencial	1750 psi
Motores de la Cadena	Char-Lynn serie 2000	24 Pul. cub. 30 Pul. cub.
Válvula de Escape	Vickers	2000 psi
Motor del Extractor Secundario	Comercial M50 Engranaje 1 1/2"	
Válvula de Escape	Vickers	2500 psi

Además, en el conjunto del elevador se recomienda cambiar las dos cadenas y ruedas dentadas cuando algunos de estos sistemas estén desgastados, porque el paso de una cadena y el diámetro primitivo de una rueda dentada usada es diferente con relación a las nuevas. Retirar todos los tarugos y soltar la cadena y remover del elevador. Soltar los tornillos de cada rueda dentada y remover.

15) Flap.



Fig. 1.15 Flap.

El flap es usado para distribuir los pedazos de caña por igual en la tolva. Su posición es controlada por el operador.

16) Extractor Secundario.



Fig. 1.16 Extractor Secundario.

Capítulo I

El extractor secundario produce fuertes corrientes de aire, retirando impurezas de los pedazos de caña. El conjunto del ventilador del extractor primario consiste en un rodamiento cilíndrico en el cual se arman tres láminas curvas. El soporte del ventilador secundario tiene un diámetro de 915mm (36"). El rodamiento se atornilla en la brida del eje, que se ensambla en dos rodamientos y es accionado por un motor Comercial M50 - 1 1/ 2". El extractor es proyectado para tener un área de mantenimiento sobre la lámina del ventilador. Las láminas del ventilador se deberán verificar regularmente en lo que se refiere a señales de fatiga y desgastes. Una engrasadora se ensambla en el tope de la brida, para el engrase. Se recomienda engrasar todas las semanas o después de alcanzar las 2000 toneladas de caña cortada.

17) Gorro del Extractor Secundario.

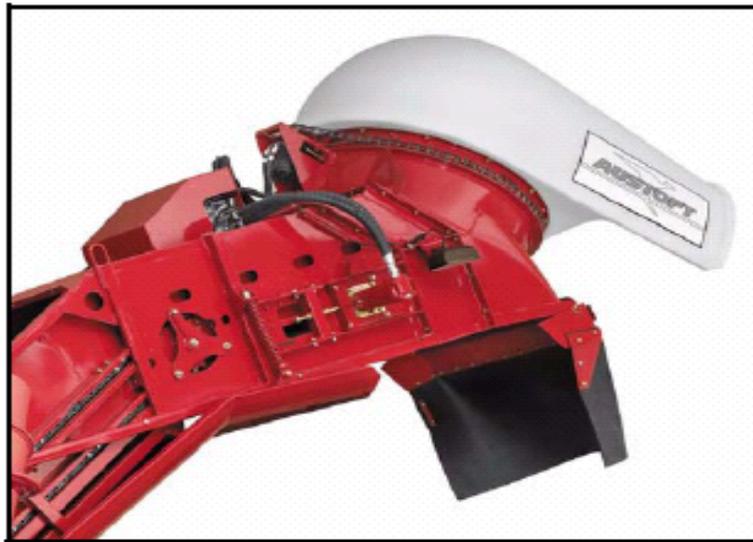


Fig. 1.17 Gorro del Extractor Secundario.

El gorro del extractor primario direcciona las impurezas para afuera de la tolva y otras áreas.

Capítulo I

18) Dirección.

La dirección es controlada por dos cilindros hidráulicos PTE. Los mismos se conectan al chasis por una guía con rótula y en la suspensión por un Terminal esférico. Existe una barra de ajuste entre el Terminal esférico y la varilla del cilindro. Cubrir y proteger los cilindros antes de iniciar las reparaciones.

El aceite es suministrado para la válvula prioritaria Eaton por una sección del divisor de flujo. El control es realizado por un motor orbital Eaton Char-lynn que actúa en dos cilindros hidráulicos de dirección armados entre el chasis y los cilindros de la suspensión delantera. En la tabla 1.13 se muestran algunos datos hidráulicos de la dirección de la combinada.

Tabla 1.13 Especificaciones hidráulicas de la dirección.

DIRECCIÓN		
Suministro de Aceite	Comercial FD 30 1" Engr.	12 gpm
Válvula de Control	Char-Lynn orbital Sentido de Carga	
Válvula de Escape	Válvula de Flujo Integral Eaton	2500 psi
Accionadores	2 cilindros de dirección con válvulas de fase	

19) Suspensión delantera.

El cilindro hidráulico es en realidad la guía principal y tiene la punta de eje armada en su extremidad inferior. El encaje de la varilla está armado en el chasis por debajo la plataforma de la cabina y la parte inferior de la guía principal está apoyada en un rodamiento de esfera en el bloque de soporte. Un brazo radial doble con rodamientos esféricos conecta el bloque de soporte al chasis. Una placa con cuatro tornillos sujeta los brazos radiales. La masa de la rueda delantera se apoya en rodamientos cónicos y el aro se podrá retirar de la maza.

1.3 Partes principales del Motor Scania DC9 y su funcionamiento.

En la figura 1.18 se muestra el motor Scania DC9 el cual es utilizado por la cosechadora de caña A7000. Este motor brinda una buena potencia y permite que la cosechadora pueda desempeñarse en zonas de muy difícil acceso.

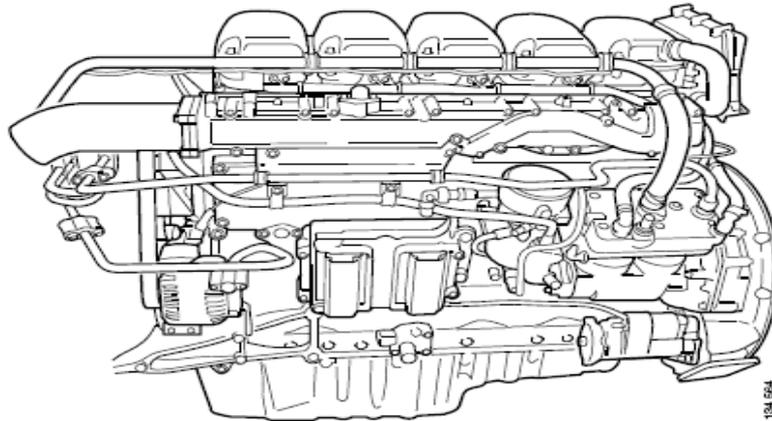


Fig. 1.18 Motor Scania DC9

En el bloque del motor se encuentra una culata por cada cilindro y las camisas del cilindro son de tipo húmedo. El cigüeñal lleva una corona que acciona el conjunto de eje de compensación en la cual la corona se monta por contracción en caliente. El conjunto de eje de compensación está compuesto, por un bastidor y dos ejes de compensación. Los ejes de compensación giran al doble de la velocidad del cigüeñal en direcciones opuestas, y son impulsados por una corona externa que va montada en el cigüeñal. Cuando los ejes giran, generan fuerzas que contrarrestan las vibraciones del motor.

1.3.1 Sistema de lubricación.

Además del cárter, el sistema de lubricación que se muestra en la figura 1.19 está formado por los siguientes elementos.

- 1- Filtro de aceite
- 2- Bomba de aceite
- 3- Válvula de seguridad (en la bomba de aceite)

Capítulo I

- 4- Enfriador de aceite
- 5- Filtro de aceite
- 6- Válvula de descarga (en la carcasa del purificador de aceite)
- 7- Filtro de aceite
- 8- Válvula de refrigeración de pistones (en la carcasa del purificador de aceite)
- 9- Sensor de presión de aceite (en la carcasa del filtro de aceite)

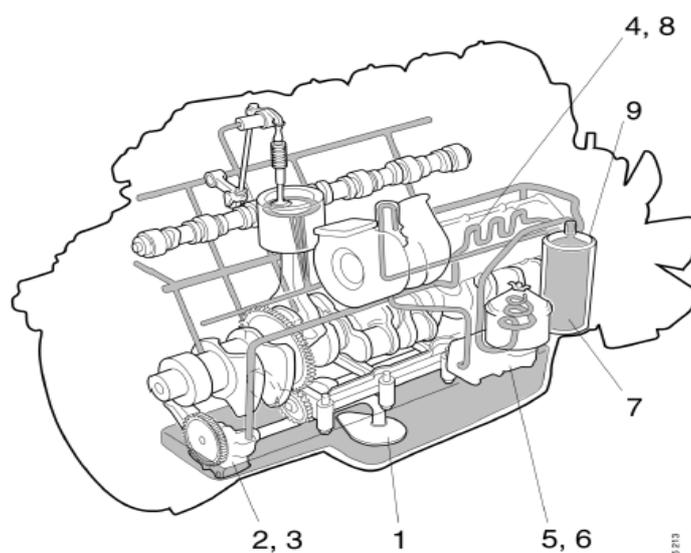


Fig. 1.19 Esquema del sistema de lubricación del motor.

Tabla 1.14 Datos técnicos del motor Scania DC9.

Tipo de Motor	DC9
Nº de Cilindros	5.
Orden de Encendido	1, 2, 4, 5, 3.
Diámetro de los Cilindros	127mm.
Recorrido del Pistón	140mm.
Capacidad	8,87 litros.
Régimen del Motor a Ralenti Bajo	500 rpm
Régimen del Motor a Relenti Acelerado	2400 rpm
Posición de Ajuste	Referencias en la placa de datos del motor.
Capacidad de aceite	27 - 35 litros.

Capítulo I

Filtro de Aceite	Filtro combinado de flujo total con filtro by-pass. Elemento tipo spin on /spin off.
Capacidad del Radiador	53 L
Filtro de agua	Tipo estanque
Filtros de Combustible	Primario laberinto de agua tipo estanque. Secundario: tipo estanque.
Corte (Sistema de Seguridad)	Sistema de seguridad controlado por una unidad eléctrica electrónica, con un sistema de alerta en el panel electrónico en la cabina.
Relación de Compresión	18:1
Nº de Cojinetes de Bancada	6

El uso de aceites lubricantes de motor de buena calidad y el drenado y cambio de filtro en los intervalos adecuados son factores fundamentales para mantener el correcto funcionamiento y durabilidad del motor. A. *García, Francisco. (1976:72)* Dichas combinadas utilizan el Súper Diesel DB-40 que es un lubricante diseñado para aplicaciones en motores Diesel de aspiración normal o sobrealimentada que operan en condiciones de servicio severas utilizados en el transporte, agricultura y construcción .Su uso esta aprobado por el fabricante de Motores Mercedes Benz .Así mismo se recomienda su aplicación en motores de gasolina que soliciten el nivel de calidad API señalado en las especificaciones internacionales. Dicho aceite es fabricado con aceites básicos parafínicos de alta calidad a los cuales se les incorporan aditivos que le imparten al lubricante terminado propiedades detergente, dispersante, antidesgaste, anticorrosiva y otras que minimizan la formación de depósito en el motor, el pulido de las camisas, el consumo de aceite y el desgaste garantizando prolongar los períodos de cambio y una correcta lubricación.

El aceite lubricante cumple con los requerimientos de las especificaciones internacionales: API CE/ SG. MACK EO K-2, SAE40, CCMC G4/D4/PD2, Mil-L-204E, MIL-L46152D, MAN-270, MB228.Q.

Capítulo I

Tabla 1.15 Propiedades Típicas del Súper Diesel DB-40

PROPIEDADES TÍPICAS	SUPER DIESEL DB 40
Viscosidad a 100 °C (Cst)	15
Índice de Viscosidad	98
TBN (mg KOH/g)	10.5
Punto de inflamación °C	250
Densidad a 15 °C	0.8900
Impurezas Mecánicas (%m)	Ausencia total
Porcentaje de agua (%v)	Ausencia

1.3.2 Grasa.

Se recomienda utilizar grasa a base de Litio con número de consistencia 2 de la N.L.G.I. y que contenga también aditivos para presiones elevadas, inhibidores de la oxidación y de la corrosión. (ej.: Estearato hidróxido de Litio).

1.3.3 Líquido Refrigerante del Motor.

Usar siempre agua potable, con un acondicionador adecuado para sistemas de refrigeración. No usar agua ablandada químicamente.

1.3.4 Batería:

1.3.4.1 Electrolito: El electrolito de la batería es una solución de ácido sulfúrico diluida en agua destilada. Su densidad, al estar la batería totalmente cargada, deberá ser de 1.250 a 27°C.

1.4 Caja de engranajes del accionamiento de las bombas

La caja de engranajes es de construcción robusta. Las bombas hidráulicas se arman en las mazas de los engranajes a través de ranuras. El accionamiento por el volante del motor se transmite al eje de entrada a través de una placa resorte de accionamiento, para absorber las cargas de impacto.

1.5 Circuitos Hidráulicos de la Combinada A7000.

1.5.1 Sistemas Hidráulicos Generales de la combinada.

Estos sistemas diseñados y con el sistema de mantenimiento recomendado garantizan un tiempo estable por largos periodos de tiempo. Sin embargo, hay ciertas precauciones que necesitan ser tomadas, que incluyen:

1.5.2 Suministro de aceite.

Es importante que se ejecute un suministro de aceite limpio y de buena calidad a la bomba. Mantener el reservatorio de aceite lleno hasta el nivel correcto y confirmar si no existe alguna restricción entre el reservatorio y la bomba. Filtros bloqueados en la admisión podrán restringir el suministro de aceite provocando cavitación en la bomba. Esto provoca daños permanentes en la bomba.

1.5.3 Entrada de aire.

Se recomienda que todas las mangueras en la succión estén ajustadas para evitar la posibilidad de entrada de aire en el sistema, pues esto provocará espuma en el reservatorio y podrá causar serios daños a los componentes hidráulicos. El aire podrá entrar también a través de sellos con pérdida.

1.5.4 Filtrado.

Los filtros son una parte importante en el sistema hidráulico y por la remoción de partículas de desgaste, se podrá aumentar la vida de los componentes hidráulicos.

1.5.5 Válvulas de escape.

Las válvulas de escape son dispositivos limitadores de presión cuya función es proteger los componentes contra daños causados por una presión muy elevada. Ajustes muy bajos permitirán que el aceite vuelva a circular provocando recalentamiento del motor, mientras que un ajuste muy elevado podrá provocar serios daños debido al recalentamiento.

Capítulo I

1.5.6 Contaminación

La contaminación es la gran causa aislada de desgastes y problemas hidráulicos asociados. Es imperativo que todos los aceites y recipientes sean mantenidos limpios y que todas las mangueras o líneas que se desconectan sean tapadas para evitar que cualquier contaminación entre en el sistema.

1.5.7 Divisor de Flujo (Cortador de puntas).

El divisor de flujo FD 30 Comercial de 3 secciones (1" x 1" x 1 3/4") como se muestra en la figura 1.20 recibe 45 GPM de la bomba hidráulica. El divisor de flujo distribuye 12 GPM para el disco corte lateral (opcional) y, a continuación, para el cortador de puntas, 12 GPM a la dirección (sólo 7000) y a las funciones de los cilindros y 21 GPM retorna al tanque.

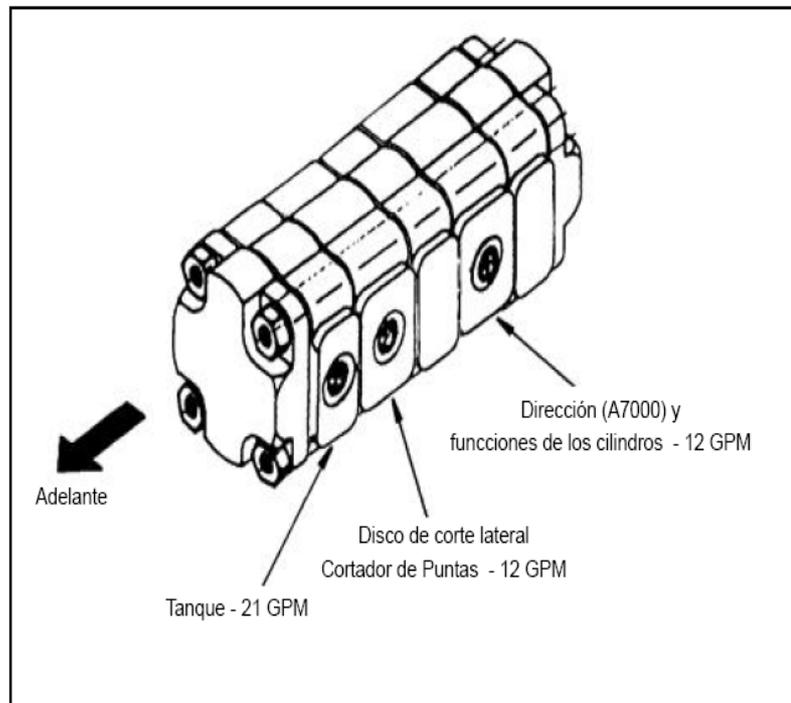


Fig. 1.20 Esquema del divisor de flujo (cortador de puntas).

1.5.8 Divisor de Flujo (Triturador de puntas).

El divisor de flujo de 3 secciones (1" x 1"x1-3/4") como se muestra en la figura 1.21 recibe 45 GPM de la bomba hidráulica. El divisor de flujo distribuye 12 GPM al disco corte lateral (opcional), que combina con más 21 GPM adicionales de la sección de 1 3/4" del divisor, con un total de 33 GPM que va a continuación para el triturador. La tercera sección del divisor distribuye 12 GPM a la dirección (sólo 7000) y a las funciones de los cilindros. Triturador de puntas - 21 GPM Adelante Dirección (A7000) y funciones de los cilindros - 12 GPM Disco de Corte Lateral Triturador de puntas - 12 GPM.

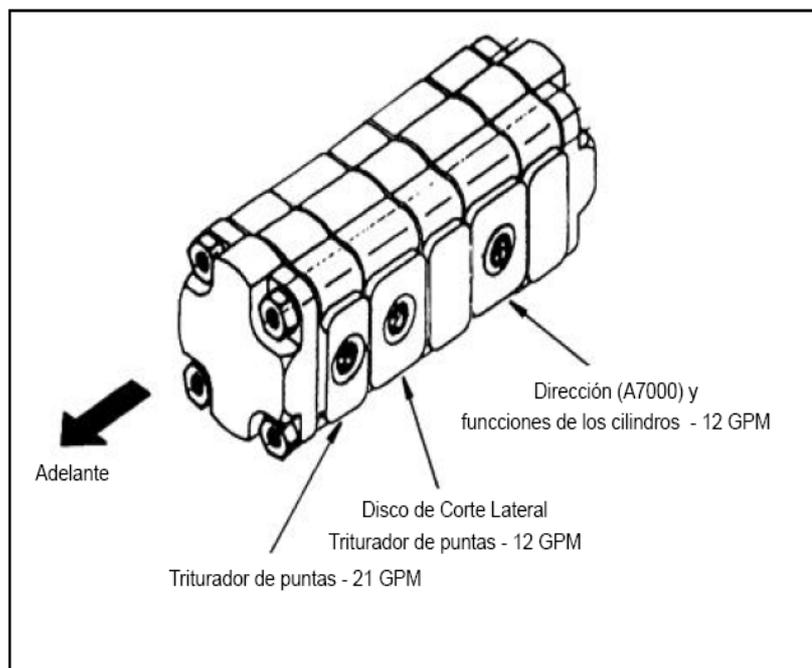


Fig. 1.21 Esquema del divisor de flujo (triturador de puntas).

Capítulo I

1.5.9 Divisor de Flujo (Disco de Corte Lateral).

El aceite se suministra al circuito del disco de corte lateral (opcional) como se muestra en la figura 1.22 de una sección de 1" del divisor de flujo (12 GPM) al mando de control. Las dos secciones de control se equipan con carretes serie que mantiene el flujo en la válvula compuesta por el cortador de puntas. El circuito es protegido por una válvula de escape para cada circuito. El ajuste del escape es de 2850 psi.

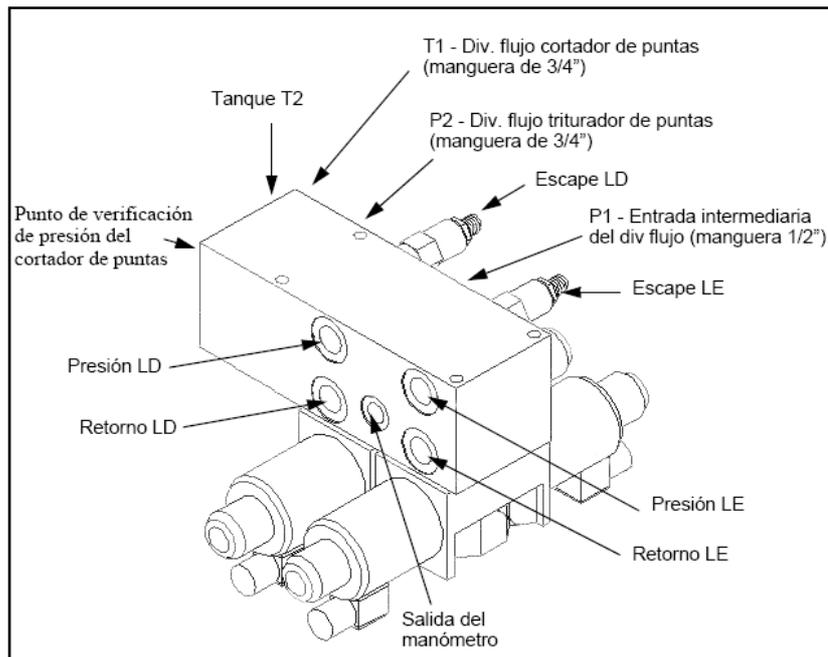


Fig. 1.22 Esquema del divisor de flujo (Disco de corte lateral).

1.5.10 Circuito hidráulico del cortador de puntas estándar.

El cortador de puntas estándar recibe 12 GPM de aceite de la puerta de alimentación localizada por detrás de la conexión de control del disco de corte lateral con el múltiple del cortador de puntas. Los motores de los discos de unión están conectados en serie en el cortador de puntas.

Capítulo I

1.5.11 Circuito hidráulico del triturador del cortador de puntas.

Flujo combinado de 33 GPM del mando del disco de corte lateral y de la sección 1 3/4" del divisor de flujo. El bloque para el triturador del cortador de puntas está equipado con un divisor de flujo y los motores de los discos de corte se conectan en paralelo.

1.5.12 Circuito hidráulico del Cortador de Base.

El bloque del cortador de base recibe 85 GPM de la bomba hidráulica Vickers y 82 GPM de la bomba hidráulica Comerciad. La línea de salida del bloque se conecta en la entrada del motor del cortador de base. El motor del cortador de base es un motor de 3 secciones (1"x 1"2-1/2"). En el motor del cortador de base, una sección de 1" suministra aceite al motor del rollo levantador. La otra sección de 1" suministra aceite para los divisores de línea. La sección de 2 1/2" retorna al tanque por medio de una válvula de retención. Todo el flujo de retorno del bloque retorna para el reservatorio por el refrigerador de aceite. La válvula de retención se ensambla para prevenir la pérdida de aceite a través del motor del cortador de base durante la operación dando marcha atrás y mantiene un flujo positivo para los rollos alimentadores inferiores. El pistón de la válvula de retención posee agujeros para permitir la lubricación de la sección de 2 1/2" del motor del cortador de base en la reversión. El sistema está protegido por una válvula de escape integral armada en el bloque de mando. Una válvula de escape remota conectada entre el motor de los rollos alimentadores y el motor del cortador de base a través de válvulas de retención armadas internamente en el motor del cortador de base alivia la recarga de presión generada entre el cortador de base y los motores que están después del cortador de base.

1.5.13 Circuito hidráulico del trozador, rollos alimentadores, rollo tumbador, 1º y 2º rollos flotantes.

Los rollos trozadores reciben 62 GPM por la bomba hidráulica y son controlados por una válvula piloto del bloque del mando. El motor del trozador superior suministra aceite para el rollo tumbador, para el rollo alimentador y para los dos primer rollos flotantes,

Capítulo I

que entonces lo devuelve para el bloque del mando. El motor inferior del trozador suministra aceite para los cuatro últimos rollos inferiores y para los tres últimos rollos fijos, que entonces lo devolven para el bloque del mando. El flujo pleno del bloque del trozador retorna al tanque a través de un cambiador de calor de aceite. El sistema está protegido por una válvula de escape principal y escapes en los puntos de trabajo hacia adelante y reversión armados en el bloque del trozador. Los circuitos de los rollos con aleta, rollos tumbadores y del primer rollo flotante son protegidos por la válvula remota de escape del cortador de base a través de una válvula de retención localizada entre el motor del trozador y el rollo con aleta. Conectada entre el motor del trozador y el rollo alimentador superior existe una válvula de control de flujo proporcional (PFCV) mostrada en la figura 1.23 que hace variar la cantidad de aceite suministrada para el rollo alimentador desviando el aceite directamente hacia el tanque. La presión proporcional es compensada por presión y desvía el mismo flujo independientemente de cualquier variación de presión. La cantidad de aceite desviada cambia la velocidad del rollo alimentador superior acelerando la velocidad de los rollos trozadores que altera la longitud del pedazo de la caña. La válvula se controla eléctricamente por medio de un botón armado en la cabina y se desvía de 0 a 16 GPM. Una válvula de escape del tipo cartucho, ensamblada en el bloque con la válvula de control de flujo proporcional protege los rollos alimentadores de cualquier acumulación excesiva de presión en el sistema de corte.

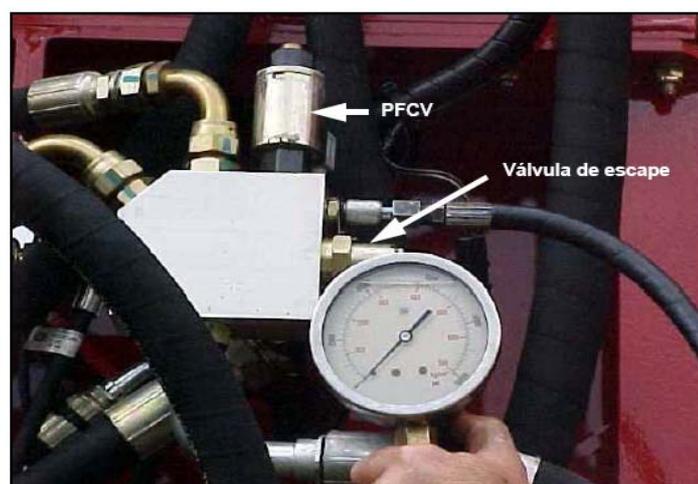


Fig. 1.23 Imagen de la válvula de control de flujo proporcional (PFCV).

1.5.14 Circuito hidráulico del Extractor Primario.

El extractor primario recibe 45 GPM de la bomba hidráulica. El aceite es suministrado a la válvula Valvistor proporcional, que cambia la cantidad de aceite suministrada al motor del extractor primario (Conjunto con engranaje de 2 1/4"), desviando el aceite directamente hacia el tanque. La válvula Valvistor es controlada eléctricamente por un botón armado en la cabina. Al cambiar el flujo para el motor del extractor primario, cambia la velocidad del extractor entre 600 a 1100 rpm. Una válvula de solenoide está armada en el bloque Valvistor para activar la ventilación del extractor. Existe también una válvula de escape tipo cartucho armada en el bloque múltiple Valvistor para proteger el circuito.

1.5.15 Circuito hidráulico del elevador.

El bloque del elevador recibe 29 GPM de la bomba hidráulica. Los motores de accionamiento del elevador reciben 29 GPM de la válvula del elevador. Para operar el elevador, el interruptor activa la válvula solenoide, que pilota una de las válvulas divisoras, que a su vez dirige el flujo hacia los motores de accionamiento del elevador y retorna al tanque a través de la válvula. Para accionar el elevador en la dirección opuesta se activa la válvula de la extremidad opuesta que pilota la válvula en la otra dirección y dirige el flujo hacia el lado de reversión de los motores.

1.5.16 Circuito hidráulico del Extractor Secundario.

El motor del extractor secundario recibe 31 GPM del bloque de la válvula del elevador. Para operar el extractor secundario, el interruptor de la cabina activa la válvula solenoide. La válvula 2 se cierra y el flujo total se desvía hacia el extractor secundario. El flujo continúa hasta la válvula del elevador y hacia el elevador si está accionado o hacia el tanque si el elevador no está accionado. El circuito está protegido a través de la válvula de escape.

Capítulo I

1.5.17 Circuito hidráulico de la dirección (A7000).

El circuito de la dirección recibe aceite a 12 GPM de una sección 1" del divisor de flujo. Ese flujo se dirige hacia una válvula de sensor de carga que proporciona un flujo de carga en la válvula orbital, que actúa en dos cilindros conectados entre el chasis y los cilindros de la suspensión delantera. El exceso de flujo de la válvula prioritaria se dirige hacia la válvula de control auxiliar. A continuación en la tabla 1.16 se muestran las funciones de los cilindros hidráulicos.

Tabla 1.16 Funciones de los cilindros hidráulicos.

CILINDROS HIDRÁULICOS		
Suministro de Aceite	Comercial FD 30 1" Engr.	12 gpm
Válvula de Control	Solenoide Operativo Vickers	
Válvula de Escape	Vickers Integrada	2200 psi
Alivio da Linha Cruzada Elevador	Vickers Integrada	2800 psi
Inclinación Divisor de Línea & Levantar / bajar Disco de Corte Lateral	Comercial FD 30 1" Engr.	12 gpm
Válvula de Control	Vickers operada por solenoide (Centro Cerrado)	
Acumulador del Cortador de Puntas	Fawcett Christie	1200 psi
Acumulador del Cortador de Base	T Fawcett Christie	1700 psi
Acumulador del Cortador de Base R/T	Fawcett Christie	850 psi

1.5.18 Circuito Auxiliar hidráulico de la combinada.

El colector del control de 6 funciones Vickers recibe 12 GPM de la sección de 1" del separador de flujo. En las combinadas cañeras modelo A7000 equipadas sobre neumáticos, la válvula de prioridad de dirección se ubica entre el separador de flujo y la válvula Vickers. El flujo pasa a través de la válvula de prioridad y continúa hacia la válvula Vickers por medio de la lumbrera de exceso de la válvula de prioridad.

Capítulo I

1.5.19 Freno A-7000.

Los frenos son del tipo de plancha esférica, accionados por resortes, liberando la presión hidráulica, por la presión de carga de la transmisión (340 – 270 psi). Al partir el motor, la presión de carga en la bomba de la transmisión fornece aceite a los cilindros en el conjunto de freno, comprimiendo los resortes y corta el freno. La dupla sección de válvula de control montada en el piso de la cabina, permite que el operador accione el freno cortando la presión de los cilindros, permitiendo que los resortes accionen el freno. La maquina tiene un freno de estacionamiento que es un interruptor que acciona una válvula activada por un solenoide, que esquiva el aceite de la bomba de carga de las válvulas de freno, permitiendo que los resortes accionen el freno.

1.5.20 Acumulador.

Las máquinas A7000 tienen solamente un acumulador hidráulico el cual se muestra en la figura 1.24 en el circuito de corte de base.



Fig. 1.24 Imagen del acumulador hidráulico de la combinada A7000.

Capítulo I

1.5.21 Transmisión.

La transmisión está compuesta por dos bombas de desplazamiento variable que suministran aceite para dos motores de desplazamiento fijo (una combinación motor/bomba para cada rueda de transmisión). Los dos circuitos en máquinas A7000 (Neumático) son conectados eléctricamente por solenoides operados en paralelo para dar una capacidad diferenciada a la transmisión. En condiciones de difícil tracción, se podrá utilizar la transmisión positiva operando un interruptor en la cabina. En la Tabla 1.17 se muestran las funciones hidráulicas de la transmisión.

Tabla 1.17 Funciones hidráulicas de la transmisión.

TRANSMISIÓN		
Suministro de Aceite	Eaton Modelo 54 Bomba de pistón axial (Variable)	
Motores	Eaton Modelo 54 Motores de pistón axial (Fijo)	
Bomba de Carga	Bomba de engranaje integral	13, 8 gpm
Control	Control de presión integral compensada	
Escape de Presión Baja	Armada en la bomba	330 psi
Escape de Presión Baja	Armada en el motor	270 psi
Escape de Presión Alta	Armada en el motor	6500 psi
Ipor	Armada en la bomba	5300 psi. +/- 100
Freno de Seguridad (Solo 7700)	Escape de presión	70 psi
Válvula de accionamiento Positivo (Solo 7000)	Operada por solenoide	armada en la bomba

Capítulo I

Los Aceites Hidráulicos son lubricantes para aplicaciones navales e industriales, elaborados con aceites básicos refinados y aditivos que garantizan la utilización en los equipos donde se aplican. El contenido de aditivo de estos aceites le imparten propiedades antidesgaste y antiespumante, buena resistencia a la oxidación y corrosión. En la tabla 1.18 se muestran las características típicas del aceite Hidráulico - 100 que es el aceite que utilizan dichas combinadas en el sistema hidráulico.

Tabla 1.18 Características típicas del aceite Hidráulico-100

CARACTERISTICAS TÍPICAS	ANÁLISIS TÍPICOS	HIDRAULICO 100
	Viscosidad 40°C	100
	Índice de Viscosidad	95
	Punto de Inflamación CA	210
	Punto de Fluidez	-10
	Punto Anilina	95
	Gravedad Específica	0.88

1.6 Conclusiones Parciales.

1. Se caracterizaron, desde el punto de vista de la estructura y de funcionamiento, todos los agregados de la Cosechadora de Caña Brasileña Marca Case IH Serie A7000.
2. Se recopilieron todos los parámetros técnicos fundamentales de los sistemas hidráulicos, del motor principal y de otros agregados fundamentales, así como las especificaciones de los fluidos que utilizan dichas combinadas.

Capítulo II

Capítulo II

Capítulo II Planteamiento experimental de la investigación para definir el estado técnico de los aceites empleados en la cosechadora.

2.1 Introducción.

En este capítulo se realiza una propuesta metodológica para realizar el análisis de los aceites lubricantes empleados en las combinadas cañeras Case IH Serie A7000. Se realizará una valoración de las condiciones de explotación de las mismas, los ensayos a realizar para determinar las principales propiedades físico-químicas para los dos aceites objeto de estudio y los procedimientos para la evaluación de estas propiedades. De esta forma se podrá decidir el momento óptimo para realizar el cambio total de estos aceites. Se dan las conclusiones parciales del capítulo.

2.2 Condiciones de explotación.

La sustitución del aceite lubricante en uso se puede realizar a partir de las recomendaciones que ofrece el fabricante, por las recomendaciones de la bibliografía especializada o a partir del análisis de las propiedades físico-químicas. Cuando este análisis se realiza teniendo en cuenta este último aspecto se hace necesario tener en cuenta algunos aspectos relacionados con las condiciones de explotación del equipo. Dentro de estos aspectos tenemos: estado técnico del equipo, régimen de trabajo (horas reales de trabajo del sistema), régimen de mantenimiento, calificación de los operarios (que operan el equipo y los que brindan mantenimiento), condiciones del terreno por donde se mueve el equipo, calidad de los materiales de explotación, sobre todo aceites lubricantes, condiciones ambientales e indicadores de consumo de combustibles y lubricantes.

2.3 Análisis clásicos para determinar el estado técnico del aceite lubricante del motor.

El objetivo de los análisis clásicos para determinar experimentalmente las propiedades de los Aceites Lubricantes para Motores de Combustión Interna (MCI) depende de sí el

Capítulo II

aceite es nuevo o no. En aceites nuevos estos permiten establecer las principales características de identificación, que sirven para seguir su evolución. En el caso de los aceites usados los objetivos son conocer cuánto ha variado cada propiedad con relación al aceite nuevo, conocer la naturaleza de la alteración y determinar si dicho aceite puede mantenerse en servicio o no. Generalmente a estos aceites se le determinan las propiedades que aparecen en las especificaciones de calidad, siendo las más comunes: Viscosidad cinemática (40°C y 100°C), Índice de viscosidad, Densidad, Impurezas Mecánicas, Punto de Inflamación, T.B.N. y el Porcentaje de agua. *A. García, Francisco. (1976:43)*

A continuación se exponen los aspectos más generales de estas propiedades.

2.3.1 Viscosidad.

La viscosidad es la propiedad física más importante de un aceite lubricante, definiéndose la misma como la resistencia que ofrece dicho aceite a fluir. Esta propiedad es la que más influencia tiene en cuanto al soporte de carga y está considerada como el índice aislado más idóneo para determinar el empleo más correcto del aceite. Siempre que las demás propiedades permanezcan constantes, es la viscosidad la que determina las pérdidas por rozamiento, generación de calor, capacidad de carga y fugas por sellos.

Para los aceites lubricantes empleados en MCI esta propiedad se determina a 40°C y 100°C, y la misma no determina la calidad, si no su uso práctico. Para establecer la calidad del aceite se emplea el Índice de Viscosidad, el cual es una medida que sugiere la habilidad del lubricante de mantener su viscosidad frente a cambios de temperatura. En la manera que el índice de viscosidad es mayor así será la calidad de dicho aceite. Para la medida de la viscosidad se utilizan diversos tipos de aparatos llamados viscosímetros, que se diferencian entre si por la forma de determinar la viscosidad, siendo sus distintos grupos los siguientes:

Capítulo II

- 1) Medición de la velocidad del flujo de aceite a través de un tubo corto u orificio, (viscosímetros cinemáticos).
- 2) Medición del tiempo de desplazamiento de un objeto sólido a través del aceite, (viscosímetro de caída de bolas).
- 3) Medición del efecto de cizallas que se produce en un aceite entre dos superficies sujetas a un movimiento relativo (viscosímetros rotativos).

Al determinar la viscosidad de tan diferentes formas, su valor estará expresado en diferentes unidades (Grados Engler: °E, Segundos Saybolt Universales: SSU, segundos Redwood: SR, etc.). Por tal motivo a nivel internacional se estableció como unidad tipificada de viscosidad cinemática el centistoke (cSt), existiendo tablas para realizar las conversiones.

Esta propiedad durante el servicio puede aumentar o disminuir: El incremento puede deberse a una oxidación profunda del producto, rellenos con aceite de viscosidad superior o alta concentración de productos insolubles. Ante esta situación se recomienda tomar medidas para evitar esta situación y hacer cambio de aceite inmediato.

2.3.2 Densidad.

La densidad de los aceites lubricante está relacionada con la naturaleza del crudo y el punto de destilación de la fracción, para fracciones equivalentes a los aceites parafínicos son los de menor densidad y los aromáticos los de mayor densidad, correspondiendo a los aceites nafténicos los valores intermedios de densidad. La densidad es la razón entre el peso de un volumen dado del aceite y el peso de un volumen igual de agua. La densidad puede determinarse utilizando varios instrumentos, tales como el densímetro, el picnómetro y la balanza hidrostática, expresándose en g/cm³. Durante la explotación las impurezas que adquiere el aceite, incluida la

Capítulo II

presencia de agua o partículas en suspensión modifican la densidad, siendo su variación un indicador de que el aceite está afectado.

2.3.2 Punto de inflamación.

El punto de inflamación de un aceite es la temperatura mínima a la cual el aceite desprende la cantidad suficiente de vapores para inflamarse espontáneamente, al serle aplicada una fuente de calor. La temperatura de inflamación se determina calentando la muestra en apartados normalizados y aplicando una pequeña llama en la proximidad de su superficie.

Se puede operar en vaso abierto para el caso de puntos de inflamación elevados (Open Cup o Cleveland), o en vaso cerrado para aceites más ligeros o de más baja inflamabilidad (Cosed Cup o Pensky - Martens). Para un mismo producto, la inflamabilidad en el primer procedimiento da un valor más alto que en el segundo. La inflamabilidad de un aceite da una orientación sobre la volatilidad del mismo, posibles contaminaciones o diluciones, riesgos de incendios y procedimientos no ortodoxos en la elaboración de los aceites.

2.3.4 Impurezas mecánicas.

El contenido de impurezas mecánicas en un aceite de motor, así como su composición, es siempre interesante conocer ya que las mismas están relacionadas directamente con la degradación del aceite, eficiencia de los filtros, con el desgaste y con el grado de saturación de los compuestos carbonosos debido a la combustión del combustible. Para su determinación existen varios métodos, todos ellos basados en la solubilidad o en la insolubilidad de las impurezas en diversos solventes. La norma más empleada al respecto es la ASTM-D-893, la que distingue dos tipos de insolubles: En Pentano y en Tolueno. Los insolubles en Pentano constituyen el total de los productos insolubles en aceite. Los insolubles en Tolueno proporcionan el contenido en productos procedentes de la contaminación externa, la corrosión, el desgaste y el carbón por combustión incompleta del combustible. La diferencia entre ambos lo representa el contenido en

Capítulo II

compuestos debido a la degradación del aceite (resinas, barnices, asfaltos, etc.). Esta propiedad se expresa en porcentaje en masa (% m) y puede determinarse utilizando las técnicas de filtración o de centrifugación.

2.3.5 Número Total de Base.

En un aceite lubricante, su grado de acidez o alcalinidad viene expresado, por su número de neutralización, el cual se define como la cantidad de ácido o base que se requiere para neutralizar el contenido básico o ácido de la muestra de aceite. Este número de neutralización para el caso de los aceites lubricantes empleados en los motores de combustión interna se presenta como el TBN (Total Number Base). Este número en estos aceites puede dar indicaciones de importancia sobre su grado de refinado, su aditivación, contaminantes y en el seguimiento de su vida útil. Es obvio que el efecto de un ácido en el aceite es perjudicial puesto que acelera el proceso de corrosión de las piezas, además de hacer más susceptible al aceite a la formación de lodos. Esta propiedad se expresa en mg KOH/g.

2.3.6 Contenido de Agua.

La determinación del Porcentaje de Agua en los aceites puede realizarse por el método de arrastre con Xileno o Tolueno, empleando las técnicas de destilación. Esta propiedad es de vital interés para conocer cantidades anormales de agua en el aceite, por los inconvenientes que esto trae aparejado para el funcionamiento del motor. El contenido de agua en los aceites lubricantes resulta perjudicial, entre otras razones porque afecta al flujo de aceite en los conductores finos, su presencia en algunos sistemas de lubricación produce corrosión en los metales, con desprendimiento de partículas finas de óxido que constituyen un agente emulsionante activo para el aceite, en los motores de combustión interna la humedad del lubricante puede conducir a la absorción de pequeñas cantidades de dióxido de azufre producto de la combustión y a partir de ello, derivarse ácido sulfúrico, capaz de corroer intensamente las partes metálicas del motor en contacto con el lubricante.

Capítulo II

2.3.7 Índice de viscosidad.

En los aceites para motores de combustión interna es recomendable que el índice de viscosidad sea lo mayor posible, siempre que las condiciones técnicas y económicas así lo permitan y justifiquen. Mientras mayor sea el valor de esta propiedad menor variación tendrá la viscosidad con aumentos de la temperatura, asegurándose una lubricación eficiente. Los aceites multigrados son los que mayor índice de viscosidad poseen.

En la tabla 2.1 se muestran los límites establecidos para determinar el cambio de aceite.

Tabla 2.1 Parámetros límites para el cambio de aceite de motor.

Propiedades	Límites permisibles
Viscosidad a 100 °C	Disminución 20–25 %
Índice de viscosidad	Si varía analizar otras propiedades.
Impurezas Mecánicas	2 - 3 %
Porcentaje de agua	0,1 – 0,5 %
Punto de Inflamación	Disminución 30 °C
Densidad 15 °C	Si varía analizar otras propiedades

2.4 Análisis clásicos para determinar el estado técnico del aceite hidráulico.

Al igual que para los aceites lubricantes para motores de combustión interna (MCI) a los aceites hidráulicos se les determina dichas propiedades las cuales deben cumplir con las especificaciones mostradas en la tabla 2.2 para de esta forma poder ser utilizados en el sistema hidráulico de las cosechadoras CASE IH AUSTOFT. Las condiciones de trabajo de este material de explotación se caracterizan por una variación de la temperatura, la transmisión de grandes esfuerzos y cargas, ambiente polvoriento, alta humedad relativa y contacto con diversos materiales. Bajo estas condiciones este aceite debe mantener sus principales propiedades dentro de los límites establecidos por las especificaciones técnicas.

Capítulo II

Tabla 2.2 Aceite hidráulico, propiedades físicas y posibles variaciones.

Apariencia	Claro y brillante
Densidad a 15°C (IP 160)	0,880 – 0, 890 {Típica. 0, 882}
Viscosidad a 40°C CST (IP 71)	66 - 100
Viscosidad a 100°C CST (IP 71)	11 mínima
Viscosidad a temperatura de trabajo máxima	13 mínima
Índice de viscosidad (IP 226)	150 mínima
% masa cinc alquídico	0, 04
Punto de anilina °C (IP 2)	100 mínima
Emulsibilidad (ISO 68 GRADOS - ASTM D1401)	40/37/3 (30) a 54°C
Emulsibilidad (ISO 100 GRADOS - ASTM D1401)	40/37/3 a 82°C
Filtrado (TP-02100)	Pasa
Protección contra corrosión (ASTM D665)	Pasa - Agua destilada.
Estabilidad contra la oxidación	Agua salada sintética 2500 horas mínimo 2, 0mg KOH/gm ASTM D943
Punto de fluidez °C (IP 15)	-35 máximo
Punto de inflamación	218 mínimo - cerrado (IP34) °C 226 mínimo - abierto (IP35)°C
Punto de ignición °C (IP35)	246 mínima
Liberación de aire (IP 313)	660 segundos máximo
Viscosidad después de 1.000 horas - KV A 100°C	10, 5 cSt mínimo

Capítulo II

El objetivo de los análisis clásicos para determinar experimentalmente las propiedades de los Aceites Hidráulicos es similar a la del aceite para motor. Para este tipo de aceite las principales propiedades son: Viscosidad cinemática (40°C y 100°C), Índice de viscosidad, Densidad, Número de neutralización, Porcentaje de agua, Espuma, Tensión interfacial y Demulsibilidad.

La variación de la viscosidad del aceite puede alterar el correcto funcionamiento de la bomba, la resistencia a la circulación, la temperatura, la presión, la cavitación y la capacidad de control del sistema. Es por esto que esta propiedad debe garantizar una buena fluidez. El índice de viscosidad debe ser elevado en estos aceites, pues se ven expuestos a cambios de temperaturas durante la circulación por todo el sistema hidráulico, por lo que la viscosidad debe variar poco con variaciones de la temperatura. Las demás propiedades enumeradas anteriormente son importantes dada la función de transmitir potencia de estos aceites, en los cuales no se permiten valores altos de agua ni aire en su interior. Este líquido debe tener buenas propiedades anticorrosivas, no afectar a las piezas de goma, poseer buena estabilidad química y física y no contener impurezas mecánicas ni agua.

En la tabla 2.3 se muestran los límites establecidos para determinar el cambio de aceite.

Tabla 2.3 Parámetros límites para el cambio de aceite hidráulico.

Propiedades	Límites permisibles
Viscosidad a 100 °C	Variación \pm 20 %
Índice de viscosidad	Si varía analizar otras propiedades.
Número de neutralización	1 – 2 %
Porcentaje de agua	0,1 – 0,5 %
Espuma	0-0-0 (10)
Tensión interfacial	15 – 20
Demulsibilidad	40-37-3

Capítulo II

2.5 Procedimiento para la evaluación de las propiedades físico-químicas de los aceites lubricantes.

Durante su uso, el aceite lubricante experimenta un deterioro motivado por la contaminación y por su propia oxidación, lo que provoca que los aditivos pierdan sus funciones. Esto hace que las principales propiedades físico-químicas del aceite varíen hasta alcanzar los límites permisibles recomendados para mantenerlo en uso. Es por esta razón que es necesario, cada intervalos regulares de tiempo, realizar el cambio de aceite. El tamaño de este intervalo depende del estado técnico del equipo y su régimen de funcionamiento y de la calidad del combustible y del propio lubricante. Intervalos cortos de cambio de aceite alargan la vida útil del equipo porque se restablece rápidamente la calidad del mismo, pero encarece demasiado la explotación, sobre todo los costos del mantenimiento. Períodos muy largos reducen la durabilidad del equipo, sobre todo si van más allá de la vida útil establecida para dicho aceite. El cambio de aceite puede ser total, parcial o de relleno. Benlloch María, José. (1989:52).

La vida útil de un aceite lubricante es limitada, está enmarcada en un período de tiempo determinado este por la pérdidas de sus funciones debido a la contaminación. Cuando un aceite no es capaz de cumplir con las funciones para lo cual fue concebido es necesario su reposición total. La causa fundamental de la perdida de sus funciones es la contaminación del aceite por encima de los valores recomendados y esta contaminación hace que varíen sus propiedades básicas, por lo que no puede cumplir eficientemente con sus funciones. La variante más empleada para realizar estos cambios de aceite es seguir las recomendaciones que ofrece el fabricante del equipo, sin embargo no siempre esta es la solución más eficiente desde el punto de vista técnico y económico. Por tanto, se hace necesario determinar el nivel de contaminación real del aceite a partir de los ensayos clásicos de laboratorio, los cuales determinan el valor real de cada una de las propiedades de dicho aceite. Además, estos análisis permiten establecer el valor residual del mismo, o sea, cuanto tiempo más puede estar en explotación para alcanzar su valor límite.

Capítulo II

En el análisis de las propiedades de los aceites lubricantes es necesario realizar dos comparaciones. La primera es teniendo en cuenta los valores de las propiedades del aceite nuevo con las especificaciones de calidad del mismo, para de esta forma poder darle seguimiento a la evolución de cada una de ellas durante la utilización del aceite. La segunda comparación es entre las propiedades del aceite nuevo y del aceite en uso para determinar el verdadero grado de deterioro del mismo, es decir, si aún posee las propiedades dentro de los límites establecidos y así determinar si se mantiene en la explotación o hay que retirarlo. Para realizar este análisis es necesario tener en cuenta los límites de variación recomendados por la literatura científica.

La bibliografía consultada recomienda para la maquinaria agrícola que el cambio de aceite lubricante se efectúe entre las 150 y 300 horas de trabajo.

2.6 Conclusiones Parciales.

1. La introducción de los parámetros condenatorios para determinar la vida útil de un lubricante, depende en gran medida de aspectos tales como son: calidad del lubricante, estado técnico del equipo, condiciones de explotación, medio ambiente, etc. Esto implica que no siempre para un mismo nivel de calidad y diferentes modelos de equipo, se debe seguir estrictamente los valores de los parámetros que se deben analizar para efectuar el cambio de los productos, no obstante siempre se hace una recomendación por tipos de productos que permita orientar a los clientes al respecto.
2. De la literatura se han extraído algunos de los parámetros que pueden impedir que un aceite lubricante o hidráulico pueda ser sacado de servicio, pero a esto hay que añadir que la decisión final depende incluso de aspectos económicos.
3. Muchas veces, sacar de servicio un aceite lubricante está condicionado por la presencia de impurezas mecánicas, no siendo esto la única causa. Es necesario realizar un análisis integral de sus principales propiedades físico-químicas, condiciones de explotación y aspectos económicos para tomar la decisión final.

Capítulo III

Capítulo III. Análisis de los Resultados.

3.1 Introducción.

En este capítulo se realiza el análisis de las condiciones reales de trabajo de las combinadas cañeras, así como de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio para determinar las principales propiedades físico-químicas de los dos aceites lubricantes. Estos ensayos fueron realizados en el laboratorio de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos.

3.2 Condiciones reales de operación de las combinadas cañeras.

Las combinadas cañeras Case IH Serie A7000 presentan un régimen de trabajo de doce a catorce horas diarias, por lo que se les realiza un mantenimiento diariamente que consiste en el fregado, engrase, ajuste, drenado de los filtros de combustible. A las doscientas cincuenta horas de trabajo se realiza un mantenimiento, el cual incluye calibración del motor y el cambio total de aceite tanto del motor como el sistema hidráulico. Dichas máquinas son operadas y atendidas desde el punto de vista del mantenimiento por operarios adecuadamente calificados. Estas máquinas se mueven por terrenos mullidos, con malas condiciones, a campo traviesa y con muchas irregularidades.

3.3 Toma de muestras y diseño de los experimentos.

El experimento se diseñó de la siguiente forma:

- La toma de muestras, tanto de los aceites nuevos como en uso se realizaron según los procedimientos establecidos.
- Se trabajó con todas las máquinas en explotación, cuatro (4) en total, identificadas como 725, 733, 821 y 822.
- Cada muestra de aceite (250 ml) fue envasada en frascos de cristal estériles, los cuales fueron adecuadamente identificados.
- Se tomaron muestras de los aceites nuevos, estableciendo los valores promedios de las principales propiedades.

Capítulo III

- Se tomaron muestras a las cuatro (4) combinadas de los aceites en uso a las 250, 375 y 500 horas de trabajo.
- Para cada ensayo se tomaron cuatro (4) muestras por máquina, cuyos valores fueron promediados para cada una de ellas. En total se tomaron doce (12) muestras por cada máquina y cuarenta y ocho (48) en total para cada tipo de aceite.

3.4 Análisis de las propiedades del aceite lubricante del motor de combustión interna.

Las propiedades que se determinaron para el aceite lubricante utilizado en el motor de combustión interna fueron: viscosidad cinemática (a 40 °C y 100 °C), densidad (a 15 °C), punto de inflamación, índice de viscosidad e impurezas mecánicas. Las primeras cuatro (4) propiedades fueron determinadas en los laboratorios de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos y las dos (2) últimas en el laboratorio de lubricantes de la Universidad de Cienfuegos.

La viscosidad fue determinada según la norma cubana NC ASTM D 445: 2009, la cual establece el procedimiento para determinar la viscosidad cinemática de productos líquidos del petróleo, transparentes y opacos, por medición del tiempo para que un volumen dado de líquido fluya por gravedad a través de un viscosímetro capilar de vidrio calibrado. Se trabajó con un 0,32 % de error y no se sobrepasó el 0,13 % de diferencia entre las mediciones realizadas para cada muestra, según establece esta norma. La exactitud del cronómetro es de 0,1 s.

El índice de viscosidad se determinó el método gráfico que establece la norma ASTM-D-341, teniendo en cuenta el valor de la viscosidad cinemática a 40 °C y a 100°C.

La densidad se determinó utilizando las normas ASTM-D-4052 y NC ASTM D 1298: 2009, la cual establece determinar esta propiedad utilizando un hidrómetro de vidrio con

Capítulo III

una precisión de $0,0001 \text{ g/cm}^3$. No se sobrepasó el 0,5 % de diferencia entre las mediciones realizadas para cada muestra, según establece esta norma.

El punto de inflamación se determinó por la norma NC ASTM D 92: 2002, que establece determinar la misma utilizando el método de copa abierta Cleveland. La diferencia entre las mediciones no sobrepasaron los $8 \text{ }^\circ\text{C}$. La exactitud del termómetro es de $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Las impurezas mecánicas se determinaron por el método de centrifugación empleando la norma ASTM D 893, estableciendo los insolubles en tolueno. La exactitud de la balanza es de 0,1 mg. La diferencia entre las mediciones no sobrepasó 0,01.

En el anexo 1 se muestran los valores promedios para las corridas realizadas a cada máquina y los valores promedios para cada propiedad.

De los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. La viscosidad cinemática a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ disminuye en función del tiempo de trabajo, comportándose así en las cuatro combinadas. Para las 250 horas es de 112,25 cSt, que representa una disminución del 25,2 % con relación al aceite nuevo. Para las 375 horas es de 92,00 cSt (38,7 %) y para las 500 horas es de 79,50 cSt (68,2 %). Esta propiedad no determina el momento óptimo para el cambio de aceite.
2. En todos los casos la viscosidad cinemática a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ disminuye en función del tiempo de trabajo y alcanza su valor límite a las 250 horas de trabajo (20–25 %). El valor promedio es de 11,84 cSt, lo que representa un 21,1 % de variación con relación al aceite nuevo. Para las 375 horas de trabajo el valor es de 10,23 cSt, que representa el 31,8 % de variación y para las 500 horas su valor es de 9,00 cSt, que representa el 40 % de variación con relación al aceite nuevo. Por tanto, según esta propiedad, dicho aceite debe ser cambiado totalmente cada 250 horas, pues para las 375 horas su valor supera los límites permisibles establecidos.

Capítulo III

3. El índice de viscosidad disminuye en todos los casos desde 95,25 (disminución del 2,8 %) para las 250 horas hasta 73 (25,5 % de variación) para las 500 horas. Esta propiedad no determina el momento óptimo para el cambio de aceite.
4. En todos los casos el punto de inflamación disminuye en función del tiempo de trabajo. Para las 250 horas esta propiedad está dentro del rango permisible de variación establecido (234 °C), que representa una disminución de 16 °C (6,4 %). Para las 375 horas esta propiedad sale de los límites establecidos (216 °C) que representa una disminución de 34 °C (13,6 %).
5. La densidad a 15 °C disminuye en las cuatro combinadas. Sus valores están dentro de las especificaciones establecidas y no constituye criterio para evaluar a dichos aceites.
6. Para todas las combinadas las impurezas mecánicas se incrementan en función del tiempo de trabajo, obteniéndose 1,30 % m para las 250 horas, 3,48 % m para las 375 horas y 5,05 % m para las 500 horas. El valor límite permisible se establece para 2,5 % m. Como se puede apreciar esta propiedad no limita la vida útil del aceite a las 250 horas de trabajo, pero no se puede alcanzar las 375 horas pues sobrepasa el límite recomendado.
7. De todas estas propiedades la viscosidad cinemática determina el momento óptimo para realizar el cambio de aceite, por lo que se recomienda mantener este cambio cada 250 horas de trabajo.

3.5 Análisis de las propiedades del aceite hidráulico.

Las propiedades que se determinaron fueron: viscosidad cinemática a 40 °C y a 100 °C, densidad a 15 °C, punto de inflamación y temperatura de fluidez. Los procedimientos y normas utilizados son similares a los descritos en el epígrafe 3.4. De todas estas propiedades la que limita la utilización del aceite es la viscosidad cinemática a 100 °C. La literatura especializada establece una variación permisible de ± 20 %. De los resultados obtenidos con relación a esta viscosidad se puede apreciar que a las 500 horas de trabajo este aceite mantiene su valor dentro del límite establecido (4, 10 % de variación para las 250 horas de trabajo; 5,27 % para las 375 horas y 12,63 % para las

Capítulo III

500 horas. Todas las demás propiedades se mantienen dentro de los límites establecidos de variaciones permisibles. Por tanto se puede afirmar que para este aceite se puede alargar su cambio total hasta las 500 horas de trabajo, estableciendo este valor como la periodicidad óptima para realizar dicho cambio, duplicando de esta forma este período, con el consiguiente ahorro de lubricante y reducción del costo de mantenimiento.

En el anexo 2 se muestran los valores promedios para las corridas realizadas a cada máquina y los valores promedios para cada propiedad.

3.6 Conclusiones parciales.

1. Las propiedades analizadas tuvieron un comportamiento similar en las muestras de aceites tomadas en las cuatro combinadas que fueron objeto de estudio para las 250, 375 y 500 horas de trabajo. Esto se cumple para los dos tipos de aceites. Por tanto, puede tomarse los valores promedios de cada una de ellas para realizar los análisis finales sobre sus comportamientos en función del tiempo de trabajo.
2. Para el aceite lubricante utilizado en el motor de combustión interna, de todas las propiedades determinadas, las tres que definen su vida útil son la viscosidad cinemática a 100 °C, el punto de inflamación y las impurezas mecánicas. Para las 250 horas de trabajo, tanto el punto de inflamación como las impurezas mecánicas están dentro de los límites permisibles (6,40 % y 1,30 % de variación respectivamente). La variación de la viscosidad cinemática a 100 °C es de 21,10%, valor que la acerca al límite permisible (25 % de disminución). Por tanto, el cambio total de este aceite debe mantenerse cada 250 horas de trabajo.
3. Para el aceite hidráulico utilizado en estas combinadas, la propiedad que determina el cambio total del mismo es la viscosidad cinemática a 100 °C, teniendo una variación de 12,63 % para las 500 horas de trabajo, estando la misma dentro del límite establecido. Por tanto, el cambio total de este tipo de aceite puede llevarse de cada 250 horas (periodicidad actual) hasta cada 500 horas, con el consiguiente ahorro de recursos y la reducción de los costos de explotación.

Conclusiones

CONCLUSIONES GENERALES.

1. Se caracterizó la estructura mecánica y el funcionamiento de toda la combinada cañera Brasileña Case IH Serie A7000, haciendo énfasis en los agregados y en sus parámetros técnicos fundamentales.
2. Se estableció una metodología, a partir de la bibliografía consultada, para realizar el análisis integral de los aceites objeto de estudio, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos.
3. Del análisis integral de las propiedades del aceite de motor se concluye que debe mantenerse su cambio total cada 250 horas de trabajo, pues la viscosidad cinemática a 100 °C para este tiempo alcanza el límite inferior permisible, teniendo en cuenta además que estas combinadas están dentro del período de garantía técnica.
4. Del análisis integral realizado al aceite hidráulico se propone alargar el cambio total del mismo cada 500 horas, pues sus principales propiedades no alcanzarán los límites permisibles hasta este tiempo de trabajo, con el consiguiente ahorro de recursos y reducción de los costos de la explotación.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. Aplicar la propuesta de realizar el cambio total del aceite hidráulico cada 500 horas de trabajo y no cada 250 horas como se está ejecutando actualmente.
2. Realizar un análisis económico detallado sobre el ahorro que representa la nueva propuesta para realizar el cambio del aceite hidráulico.
3. Continuar el estudio de estos aceites lubricantes en la próxima zafra, pero con un diseño de experimento que garantice un menor tiempo para la toma de muestras y que abarque todo el período de zafra.

Bibliografía

Bibliografía

Bibliografía

- García, Francisco. (1976). Características, uso y aplicación de los lubricantes. Instituto Cubano del Libro.
- Acevedo Quintana, Asnier. (2009). Caracterización de la estructura, funcionamiento y explotación de la Cosechadora de Caña Brasileña Marca Case IH Serie A 7000, No. 2. Universidad de Cienfuegos.
- Agete Piñeiro, Fernando. (1946). La Caña de Azúcar en Cuba. Neptuno S.A.
- Amador, M, & Gálvez, G. (1987). Estudio de la Competencia en Diferentes Estadíos de Selección en la Caña de Azúcar. Instituto Superior Técnico de Cienfuegos: Unidad de Producción Nº 3.
- Benloch María, José. (1989). *Lubricantes y Lubricación Aplicada*. Revolución.
- Broek, D. (1983). Fracture Mechanics. Institute of the Chemical Process Industries. Cosechadora de Caña Marca CASE IH Austoft A7000.
- Colectivo de Autores. (1987). El Proceso Azucarero. Cienfuegos: Instituto Superior Técnico.
- Colectivo de Autores. (1986). La industria de los Derivados de la Caña de Azúcar. Combinado Poligráfico “Alfredo López”.
- Departamento de Intercambio. (1962). Variedades de Caña. Empresa Consolidada de artes gráficas: Unidad 210 – 05.
- E, Hugot. (1974). *Manual para Ingenieros Azucareros*. México: Continental.
- Lishkó, G.P. (s.d.). *Combustibles, lubricantes y líquidos técnicos*. Moscú: Mir.
- NC ASTM D 97: 2009.Método de ensayo estándar para punto de fluidez en productos de petróleo. (s.d.). .
- NC-ASTM D 1298: 2009.Industria del petróleo—método de ensayo estándar para punto de inflamación y punto de fuego por copa abierta Cleveland. (s.d.). .

Bibliografía

NC-ASTM D 445: 2009. Industria del petróleo — método de ensayo estándar para viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (y cálculo de la viscosidad dinámica). (s.d.). .

NC-ASTM D 92: 2007. Industria del petróleo—método de ensayo estándar para punto de inflamación y punto de fuego por copa abierta Cleveland. (s.d.). .

Anexos

Anexos

Anexos

Anexo 1: Valores promedios de las propiedades del aceite de motor Súper Diesel DB-40, para las 250, 375 y 500 horas de trabajo.

Combinada 725.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	120	20,00	90	40,00	85	43,30
Viscosidad 100 °C	cSt	12,50	16,70	10,12	32,50	9,50	36,70
Índice de viscosidad	---	97	1,02	80	18,40	78	20,50
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8823	0,86	0,8410	5,5	0,8020	70,00
Punto de inflamación	°C	222	11,20	215	14,00	180	28,00
Impurezas mecánicas	% m	1,62		3,40		5,20	

Combinada 733.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	118	21,30	95	36,70	85	43,40
Viscosidad 100 °C	cSt	11,98	20,20	10,50	30,00	9,55	36,40
Índice de viscosidad	---	93	5,10	88	10,20	75	23,50
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8840	0,67	0,8430	5,30	0,8150	8,50
Punto de inflamación	°C	238	4,80	206	17,6	182	27,20
Impurezas mecánicas	% m	1,35		3,85		5,15	

Combinada 821.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	103	31,40	88	41,40	70	53,40
Viscosidad 100 °C	cSt	11,31	24,60	9,80	34,60	8,15	45,60
Índice de viscosidad	---	95	3,10	90	8,20	70	28,60
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8800	1,20	0,8230	7,60	0,8020	9,90
Punto de inflamación	°C	238	4,80	227	9,20	176	29,60
Impurezas mecánicas	% m	1,06		3,50		4,93	

Anexos

Combinada 822.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	108	28,00	95	36,40	78	48,00
Viscosidad 100 °C	cSt	11,60	22,70	10,50	30,00	8,80	41,30
Índice de viscosidad	---	96	2,10	91	7,20	69	21,60
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8760	1,60	0,8120	8,76	0,7960	10,60
Punto de inflamación	°C	238	4,80	215	14,00	178	28,80
Impurezas mecánicas	% m	1,19		3,20		4,95	

Promedio por propiedades.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	112,25	25,20	92	38,70	79,5	68,20
Viscosidad 100 °C	cSt	11,84	21,10	10,23	31,80	9	40,00
Índice de viscosidad	---	95	2,80	87	11,00	73	25,50
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8805	1,10	0,8297	6,80	0,8037	9,70
Punto de inflamación	°C	234	6,40	216	13,60	179	28,40
Impurezas mecánicas	% m	1,30		3,48		5,05	

Anexo 2: Valores promedios de las propiedades del aceite hidráulico, para las 250, 375 y 500 horas de trabajo.

Combinada 725.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	91,24	8,76	86,11	13,90	73,15	26,85
Viscosidad 100 °C	cSt	10,57	3,90	10,45	5,00	9,63	12,45
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8751	0,55	0,8660	1,59	0,8649	1,71
Punto de inflamación	°C	243	2,80	241	3,60	237	5,20
Temperatura de fluidez	°C	-18	80,00	-21	110,00	-24	140,00

Anexos

Combinada 733.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	92,72	7,28	87,42	12,58	73,27	26,73
Viscosidad 100 °C	cSt	10,55	4,10	10,05	8,63	9,62	12,54
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8754	0,52	0,8671	1,46	0,8633	1,89
Punto de inflamación	°C	245	2,00	237	5,20	228	8,80
Temperatura de fluidez	°C	-18	80,00	-21	110,00	-23	130,00

Combinada 821.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	93,14	6,86	87,43	12,57	73,18	26,82
Viscosidad 100 °C	cSt	10,54	4,18	10,59	3,72	9,57	13,00
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8738	0,70	0,8671	1,46	0,8649	1,71
Punto de inflamación	°C	247	1,20	241	3,60	237	5,20
Temperatura de fluidez	°C	-18	80,00	-21	110,00	-22	120,00

Combinada 822.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	92,94	7,06	82,11	17,89	73,27	26,73
Viscosidad 100 °C	cSt	10,54	4,18	10,49	3,72	9,62	12,54
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8738	0,70	0,8670	1,47	0,8633	1,89
Punto de inflamación	°C	246	1,60	243	2,80	238	4,80
Temperatura de fluidez	°C	-17	70,00	-20	100,00	-23	130,00

Promedio por propiedades.

Propiedad	Unidad	Valores obtenidos					
		250 horas		375 horas		500 horas	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Viscosidad 40 °C	cSt	92,51	7,49	85,76	14,24	73,21	26,79
Viscosidad 100 °C	cSt	10,55	4,10	10,42	5,27	9,61	12,63
Densidad 15 °C	g/cm ³	0,8745	0,62	0,8668	1,50	0,8641	1,80
Punto de inflamación	°C	245	2,00	240	4,00	235	6,00
Temperatura de fluidez	°C	-18	80,00	-21	110,00	-23	130,00