



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

MODULO IV: MANTENIMIENTO A INSTALACIONES

SISTEMAS DE TIERRA

**EXPOSITOR: ING. FRANCISCO OCAMPO MILLAN
1997**

SISTEMAS DE TIERRA PARA ESTACIONES RADIOELECTRICAS DE AFICIONADOS.

Pablo A. Mooser XE1SR

Todos nosotros hemos oído hablar de la importancia que tiene un sistema de tierra en una instalación de radio-comunicaciones.

Un buen sistema de tierra nos puede ayudar a resolver algunos problemas que se presentan como son interferencias por armónicas y espurias, baja sensibilidad y modulación cruzada. Entre los radioaficionados existen muchas opiniones e ideas al respecto que van, desde el punto de vista que una conexión a la tubería del agua es suficiente, hasta aquella que lo mejor es tener una placa de cobre de 100 mts. por lado.

Esto es debido a que la mayoría de los trabajos publicados sobre el tema se encuentran en revistas o libros que están fuera del alcance del promedio de los radioaficionados, y que además requieren, en muchos casos, conocimientos avanzados de métodos matemáticos aplicados a la física.

En este artículo trataré de presentar un método práctico para el diseño y construcción de sistemas de tierra para estaciones radieléctricas de aficionados.

Para fijar ideas de la función de un sistema de tierras consideremos la figura 1 que muestra, de una manera esquemática, el campo eléctrico de una antena vertical, en un momento dado.

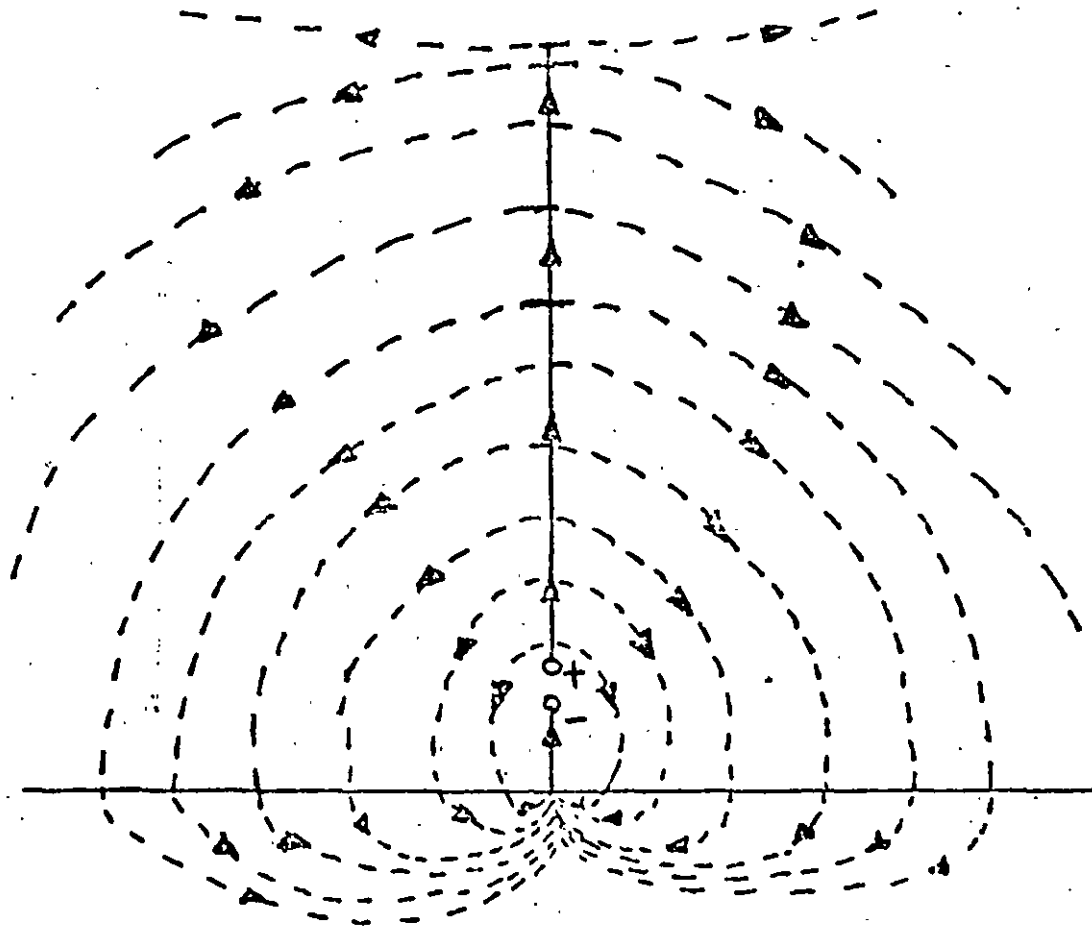


FIG. 1.

De la figura vemos que el campo eléctrico cierra el circuito a través de la tierra para producir la corriente en el polo negativo de la antena.

Es decir, el campo eléctrico produce una corriente en la tierra, que va a salir en el borne negativo de la antena.

Al tener una corriente en la tierra, tendremos una cierta pérdida de energía en forma de calor, de acuerdo con la ecuación de Joule:

$$P = I^2 R_G \quad (1)$$

Donde: P es la potencia transformada en calor
 I es la corriente de la antena
 R_G es la resistencia del sistema de tierra.

De la ecuación vemos que si deseamos reducir las pérdidas, deberemos reducir el valor de la resistencia R_G del sistema de tierra.

Tenemos por otro lado que la eficiencia de una antena se define como:

$$\eta = \frac{R_r}{R_r + R_\Omega + R_G}$$

Donde: R_r = resistencia de radiación
 R_Ω = resistencia ohmica del conductor de la antena; conexiones, trampas.
 R_G = resistencia del sistema de tierra.

En esta ecuación vemos que mientras mayor es la suma de términos en el denominador, menor será la eficiencia de la antena. El término R_r es normalmente de 1 a 2 Ohms y está dado por la construcción de la antena. El término R_G puede llegar a tener valores del orden de 500 o más ohms, dependiendo de las características del terreno sobre el que se encuentra la antena, y mientras mayor sea este término, menor será la eficiencia de la antena.

Por otro lado, un buen sistema de tierra nos dará una protección efectiva contra descargas atmosféricas que pudieran llegar a incidir sobre las instalaciones de las antenas.

Volviendo a nuestra figura 1, vemos que el campo eléctrico retorna al polo negativo de la antena en forma de una corriente eléctrica en la tierra sobre la que está la antena. Si consultamos los textos y manuales sobre antenas, veremos que todos ellos hacen hincapié en la importancia de un buen sistema de tierra para obtener la máxima eficiencia de radiación de las antenas. Asimismo, los patrones de radiación verticales mostrados en los manuales están basados en un plano de tierra cuya resistencia es cero (conductividad infinita).

Cuando la resistencia del plano de tierra es mayor que cero, caso real, los patrones de radiación son afectados produciéndose una pérdida en los lóbulos de radiación bajos, que son tan importantes para la comunicación a distancia (DX).

El plano de tierra que tenemos disponible presenta ciertas características eléctricas que afectan el comportamiento de nuestra antena; siendo éstas la resistividad y la constante dieléctrica, factores que a su vez varían en función del tipo de terreno y la humedad presente, como se muestra en la figura 2.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE DIFERENTES TIPOS DE TERRENO

TIPO DE TERRENO	σ CONDUCTIVIDAD Siemens/m	ρ RESISTIVIDAD Ohm-metro	CTE. DIELEC TRICA RELAT.
Agua de mar	5	2×10^{-1}	80
Agua dulce	8×10^{-3}	1.25×10^2	80
Arenoso seco	1.6×10^{-4}	6.25×10^3	4
Arenoso húmedo (10%)	5.4×10^{-3}	1.85×10^3	9
Agrícola de 1a.	6.4×10^{-3}	1.56×10^2	8
Boscoso húmedo	8×10^{-3}	1.25×10^2	10
Arcilloso húmedo (10%)	6.7×10^{-3}	1.49×10^2	12
Arcilloso seco	6.9×10^{-4}	1.44×10^3	5
Rocoso	2×10^{-3}	5×10^2	8
Montañoso	1×10^{-3}	1×10^3	8
Rocas calizas	2×10^{-4}	5×10^3	5
Rocas sedimentarias	2.5×10^{-5}	4×10^4	5
Urbano	2×10^{-3}	5×10^2	3
Concreto	2×10^{-6}	5×10^5	2.5

Datos tomados de Koch, Terman, Vilbig y Reference Data.

FIGURA 2

Debido a que la resistividad, ρ , de nuestro plano de tierra es mayor que cero, el campo eléctrico producido por la antena penetrará una cierta distancia, δ , dentro de la tierra (efecto de superficie o skin effect). Esta distancia está dada por la siguiente fórmula:

$$\delta = 0.503 \sqrt{\frac{\rho}{f}} = \frac{0.503}{\sqrt{\sigma f}} \quad (1)$$

Donde: ρ = resistividad del terreno en Ohm-metro
 f = frecuencia, en MHz.
 σ = conductividad del terreno en MHos/metro

Es interesante determinar la profundidad a que penetran las ondas en la tierra; consideremos un terreno dentro de una ciudad con $\rho = 5 \times 10^2$ Ohm-m y las siguientes frecuencias: 3.7, 7.1, 14.150, 21.250 y 28.700 MHz; aplicando la fórmula (1) tendremos:

- $\delta_{3.7} = 5.8473$ mts.
- $\delta_{7.1} = 4.2211$ "
- $\delta_{14.150} = 2.9900$ "
- $\delta_{21.250} = 2.4399$ "
- $\delta_{28.700} = 2.0995$ "

Vemos que a medida que aumenta la frecuencia disminuye la profundidad de penetración del campo en la tierra; este valor δ nos dá el límite de profundidad práctico para instalar nuestro sistema de tierra.

La instalación de un sistema de tierra consiste en disponer dentro de la tierra -- uno o más conductores, llamados electrodos, de manera que permitan un paso fácil de las corrientes inducidas por el campo electromagnético de la antena en el plano de tierra.

La idea la podemos aproximar de acuerdo con la siguiente figura, que muestra dos cilindros coaxiales en la tierra; el cilindro interior, barra, tiene un radio r_1 , el cilindro exterior un radio r_2 , ambos tienen una longitud l , y el medio entre ellos tiene una resistividad ρ ; la resistencia entre ellos está dada por:

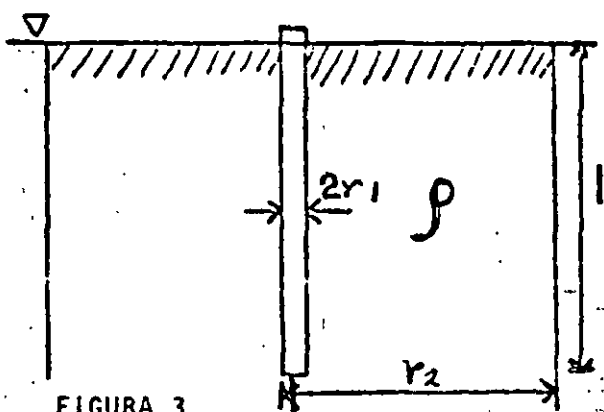


FIGURA 3

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{r_2}{r_1} \text{ Ohm} \quad (2)$$

Hagamos $l = \delta$ tendremos entonces:

$$R = \frac{\rho}{2\pi(0.503) \sqrt{\frac{\rho}{f}}} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (3)$$

$$= \frac{\sqrt{\rho f}}{\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

Calculemos ahora el valor de la resistencia entre los dos electrodos, considerando que $r_1 = 4.76$ mm (diámetro 3/8"), que r_2 es un cuarto de longitud de onda a 3.7 MHz y que $\rho = 5 \times 10^2$ Ohm-m. Tendremos entonces:

$$r_2 = \frac{75}{3.7} = 20.270 \text{ m.} \quad \sqrt{\rho f} = \sqrt{5 \times 10^2 \times 3.7} = 43.0116$$

$$R = \frac{43.0116}{\pi} \ln \frac{20.270}{0.00476} = 114.4111 \Omega$$

Si aumentamos al doble el valor del radio r_2 , tendremos: $(r_2 = \frac{\lambda}{2})$,

$$R = 123.9009 \Omega$$

y si lo reducimos a la mitad, es decir $r_2 = \frac{\lambda}{8}$ tendremos:

$$R = 104.9211 \Omega$$

Comparando los valores obtenidos vemos que la variación del diámetro exterior no afecta grandemente el valor de la resistencia entre los electrodos; además sería muy costoso construirlos.

Consideremos ahora una ^{circular} placa de cobre cuya ρ es de $1.69 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm}$. Tendremos entonces:

$$R = \frac{\sqrt{1.69 \times 10^{-8} \times 3.7}}{\pi} \text{Ln} \frac{20.270}{0.00976} = 0.0007 \Omega$$

y el grueso será: $J = 3.399 \times 10^{-5} \text{ mts.}$

Al comparar los resultados obtenidos vemos que en el primer caso la resistencia es muy alta y en el segundo caso es despreciable. Nuestras instalaciones estarán intermedias entre estos dos casos límites. A menos que vivamos en un rancho o tengamos 10,000 m² de jardín tendremos que conformarnos con barras verticales o tubos de cobre horizontales enterrados a 30 o 50 cms, bajo la superficie del pasto. Estos electrodos se comportan de diferente manera de acuerdo con su configuración.

En la figura 4 se dan las ecuaciones para las diferentes disposiciones de electrodos más usuales en instalaciones de sistemas de tierra. Estas ecuaciones fueron obtenidas considerando que el electrodo se encuentra en un medio homogéneo semi-infinito y que la corriente es constante en magnitud y sentido.

Veamos ahora la aplicación de las ecuaciones dadas en la figura ⁴ al cálculo de la resistencia de un sistema de tierra.

Pongamos el primer ejemplo: Un radioaficionado desea poner un sistema de tierra en su jardín que tiene 5 x 10 mts., y desea saber con qué arreglo de electrodos obtendrá el valor mínimo de resistencia de tierra. Para ello cuenta con 4 barras de cooperweld de 9.53 mm de diámetro x 3.28 mts. (10") y 2 rollos de tubo de cobre de 6.35 mm (1/4") de diámetro por 15 mts. de longitud.

Consideremos que vive en la ciudad donde la resistividad del terreno es de $5 \times 10^2 \Omega \cdot \text{m}$. De nuestra figura 4 tomamos el caso correspondiente a una barra vertical, tendremos entonces:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \text{Ln} \frac{4l}{d}$$

$$R = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 3.28} \text{Ln} \frac{3.28 \times 4}{0.00953}$$

$$R = 175.3482 \Omega$$

Consideremos ahora que ponemos las 4 barras en un cuadro de 5 mts. por lado, tendremos entonces:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l N} \left(\text{Ln} \frac{4l}{d} + \frac{1}{2} (N-1) \text{Ln} \frac{\sqrt{(\frac{\rho}{l})^2 + 1} + 1}{\sqrt{(\frac{\rho}{l})^2 + 1} - 1} \right)$$

$$R = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 3.28 \times 4} \left(\text{Ln} \frac{4 \times 3.28}{0.00953} + \frac{1}{2} (3) \text{Ln} \frac{\sqrt{(\frac{5}{3.28})^2 + 1} + 1}{\sqrt{(\frac{5}{3.28})^2 + 1} - 1} \right) = 102.1436 \Omega$$

En esta ecuación vemos que la resistencia del sistema varía como función logarítmica de la relación longitud-diámetro de la barra; es decir si aumentamos el diámetro disminuirá la resistencia R.

Para fijar ideas consideremos una barra de Copperweld de 3.28 mts. x 9.53 mm \varnothing en un terreno de arenas sedimentadas con una resistividad, ρ , de 4×10^4 ohm-m; tendremos entonces:

$$R = \frac{4 \times 10^4}{2 \times 3.28} \ln \frac{4 \times 3.28}{0.00953}$$
$$= 14027 \text{ ohm}$$

Consideremos ahora que de algún modo aumentamos el diámetro de la barra a 50 cms. tendremos entonces:

$$R = \frac{4 \times 10^4}{2 \times 3.28} \ln \frac{4 \times 3.28}{0.5}$$
$$= 6341 \text{ ohm}$$

Vemos que el aumento de 50 veces el diámetro no nos trae una mejoría apreciable en el valor de la resistencia de tierra del electrodo. El otro camino es reducir la resistividad del terreno al derredor del electrodo de tierra.

Para ello consideremos la fig. 5 que muestra una barra de Copperweld en un terreno tratado.

Al derredor de la barra se tiene una mezcla de bentonita, yeso no fraguable, carbón vegetal granulado, y sal gruesa. La mezcla está hecha en la siguiente proporción: 3 partes de Bentonita, 3 partes de yeso no fraguable, 3 partes de sal y 1 parte de carbón siendo las partes en peso.

La diferencia entre 1 y 4 barras es únicamente 73 Ohm.

Consideremos ahora que extiende los 30 mts. de tubo de cobre siguiendo el perímetro del jardín para formar un rectángulo, tendremos entonces: *(solo el tubo de cobre)*.

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{d} = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 30} \ln \frac{2 \times 30}{0.00635} = 24.2802 \Omega$$

Vemos que nuestro tubo de cobre nos da una resistencia cuyo valor es la cuarta parte del valor obtenido con las cuatro barras. En esta situación podemos optar por hacer un sistema de tierra donde empleemos las cuatro barras y los 30 metros de tubo de cobre. Para esta situación el valor aproximado de la resistencia de tierra puede calcularse a partir de la ecuación para dos resistencias en paralelo, siempre y cuando las barras estén en los vértices:

$$R_T = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{102.1436 \times 24.2808}{102.1436 + 24.2808} = 19.6175 \Omega.$$

Como punto de comparación tomemos ahora el caso de un radiador de cobre del tipo empleado en los automóviles grandes, las dimensiones aproximadas son:
largo: 60 cms. Ancho: 50 cms., Grueso: 7 cms.

Debido a que la ecuación para una placa rectangular es excesivamente complicada haremos la aproximación de que se trata de una placa circular con un diámetro de 50 cms., tendremos entonces:

$$R = \frac{\rho}{2D} \\ = \frac{5 \times 10^2}{2 \times 0.5} = 500 \Omega.$$

Vemos entonces que el radiador no es un sistema de tierra tan eficiente como aparenta serlo. Para llegar a una resistencia de tierra del orden de 5 a 10 ohm necesitaríamos 100 ó 50 radiadores unidos entre sí; lo que representa un alto costo y bastante trabajo.

En muchos casos el terreno que tenemos disponible es del tipo de arenas sedimentarias, tepetate ó rocoso que tienen una resistividad muy alta lo que nos dificulta obtener una resistencia de tierra aceptable. Para estos casos podemos emplear lo que se llaman tierra tratadas.

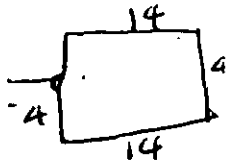
Este tipo de tierras se emplea principalmente para barras verticales donde es relativamente fácil garantizar una estabilidad de los materiales empleados para tratar el terreno donde se instalan los electrodos.

Consideremos la ecuación para una barra vertical:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

Como siguiente paso consideremos que colocamos un tubo de cobre de 12.7 mm ϕ formando un rectángulo de 14 x 4 mts. en el jardín, y a una profundidad de 50 cms. debajo de la superficie. En este caso la longitud será de 36 mts. y tendremos:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 36} \ln \frac{4 \times 3.05}{0.0127}$$



$$R = 19.1048 \Omega.$$

Con 8 barras, separadas entre sí 4 mts. nos producen una mejoría tal que justifique el gasto adicional. Tendremos para este caso:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l N} \left(\ln \frac{4l}{d} + \frac{1}{2} (N-1) \ln \frac{\sqrt{\left(\frac{a}{l}\right)^2 + 1} + 1}{\sqrt{\left(\frac{a}{l}\right)^2 + 1} - 1} \right)$$

donde a es la separación entre las barras

$$R = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 3.05 \times 8} \left(\ln \frac{4 \times 3.05}{0.0127} + \frac{1}{2} (8-1) \ln \frac{\sqrt{\left(\frac{4}{3.05}\right)^2 + 1} + 1}{\sqrt{\left(\frac{4}{3.05}\right)^2 + 1} - 1} \right)$$

$$R = 19.2248 \Omega.$$

Vemos que las 8 barras nos dan una resistencia de tierra casi de la misma magnitud que el tubo de cobre considerado en el paso anterior. Usando el tubo de cobre y las 8 barras, nuestra resistencia de tierra será:

$$R_G = \frac{R \times R}{R + R} \quad R_G = \frac{19.1048 \times 19.2248}{19.1048 + 19.2248} = 9.5823$$

Valor que es bastante bueno para las condiciones existentes en esta instalación.

Consideremos ahora el jardín de 4 x 4 mts. donde está el equipo de radiocomunicación. Para este caso consideraremos que formamos un cuadrado de tubo de cobre de 2.50 x 3.50 mts. y que en cada vértice ponemos una barra, las resistencias serán para el tubo de cobre $R = 20.4205$ y para las 4 barras $R = 37.5582$ y la resistencia total será $R = 13.2233$. Aquí vemos que las 4 barras únicamente nos producen una disminución de .7 Ohm con respecto a la resistencia del tubo de cobre. En este caso el costo de las 4 barras no es justificado por la disminución de la resistencia de tierra que se obtiene.

Al hacer la instalación del sistema de tierra, deberemos hacer una buena conexión eléctrica entre las barras de tierra y el tubo de cobre, esto lo logramos soldándolos entre sí, y para evitar corrosión en las soldaduras, deberá emplearse soldadura con resina. El cable que va del sistema de tierra a la torre deberá ser de calibre AWG # 4, conectándolo al cuerpo de la torre. Las anclas de las retenidas deben estar unidas entre sí y al cable que conecta al sistema de tierra.

Para que el sistema sea una protección eficaz en el momento de una descarga atmosférica, los cables coaxiales de alimentación deberán ir por dentro del cuerpo de la torre. En el punto donde salen de la torre las mallas deberán estar unidas, por su propio cable, al cable del sistema de tierra principal; quedando --- aisladas del cuerpo de la torre.

19

RESISTENCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ELECTRODOS DE TIERRA A UNA PROFUNDIDAD MENOR A 1 METRO

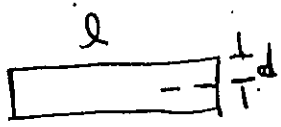
TIPO DE ELECTRODO	RESISTENCIA :	OBSERVACIONES
ESFERA	$R = \frac{\rho}{2\pi r}$	r = radio
BARRA VERTICAL	$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	l = longitud barra d = diámetro
BARRAS VERTICALES EN CIRCULO O FIGURA REGULAR.	$R = \frac{\rho}{2\pi l N} \left(\ln \frac{4l}{d} + \frac{1}{2}(N-1) \ln \frac{\sqrt{\left(\frac{a}{l}\right)^2 + 1} + 1}{\sqrt{\left(\frac{a}{l}\right)^2 + 1} - 1} \right)$	N = núm. de barras a = separación l = long. barra d = diámetro barra
CINTA	$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	 l = longitud d = 0.5 ancho
CRUZ	$R = \frac{\rho}{8\pi l} \left(\ln \frac{4l}{d} + 3.5 \right)$	l = long. de un brazo d = 0.5 de ancho
ESTRELLA	$R = \frac{\rho}{2\pi N l} \left(\ln \frac{2\pi}{N} \frac{l}{d} - 0.5 \right)$	l = long. de un brazo d = diámetro
PLACA CIRCULAR	$R = \frac{\rho}{2D}$	D = diámetro Grueso ≈ 0
ANILLO	$R = \frac{4\rho}{\pi^2 D}$	D = diámetro del anillo.

FIGURA 4

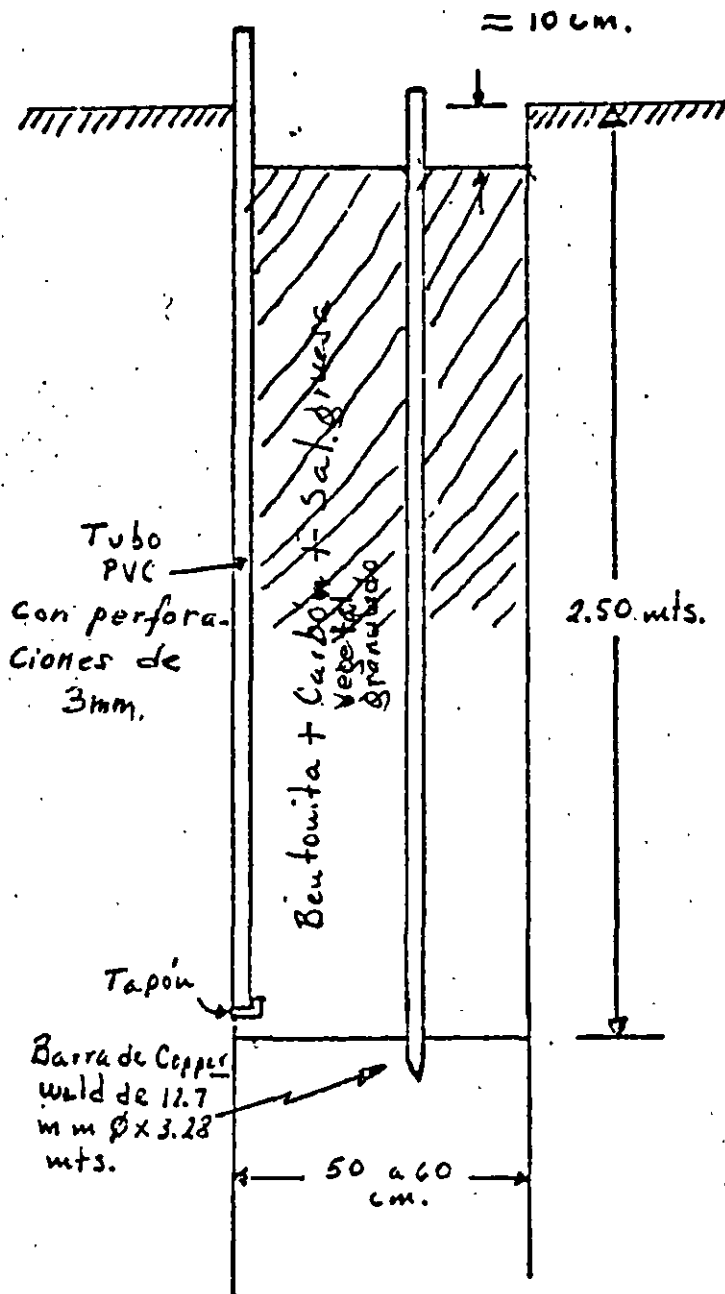


FIG. 5.

Esta mezcla se prepara mezclando los componentes lo mejor posible

Una vez hecha la mezcla se llena la perforación, donde ya se encuentra la barra y un tubo de PVC con perforaciones de 3mm. a todo lo largo, debiendo compactar la mezcla lo más posible.

Una vez llena la perforación preparamos una solución concentrada de sal (aprox. 60 litros) y la vaciamos en el relleno a través del tubo de PVC perforado. Una vez hecho esto cubrimos el relleno con una capa de tierra para evitar problemas con la dueña del jardín. Este tipo de tierras requiere que cada 3 ó 4 meses se agregue, a través del tubo de PVC, unos 40 litros de solución concentrada de sal. A medida que pasa el tiempo la sal se difunde en el terreno adyacente a la perforación que contiene la mezcla de bentonita, carbon y sal. El valor de la resistencia de tierra se estabiliza aproximadamente 6 meses alcanzando un valor del orden de 10 ohm.

Con 4 electrodos de este tipo colocados en forma de cuadro y con una separación de 5 a 6 metros entre si, obtendremos una tierra cuya resistencia será del orden de 2.5 a 3.5 ohm.

Como un ejemplo de diseño tomemos el siguiente caso real presentado por un aficionado de la Cd. de México.

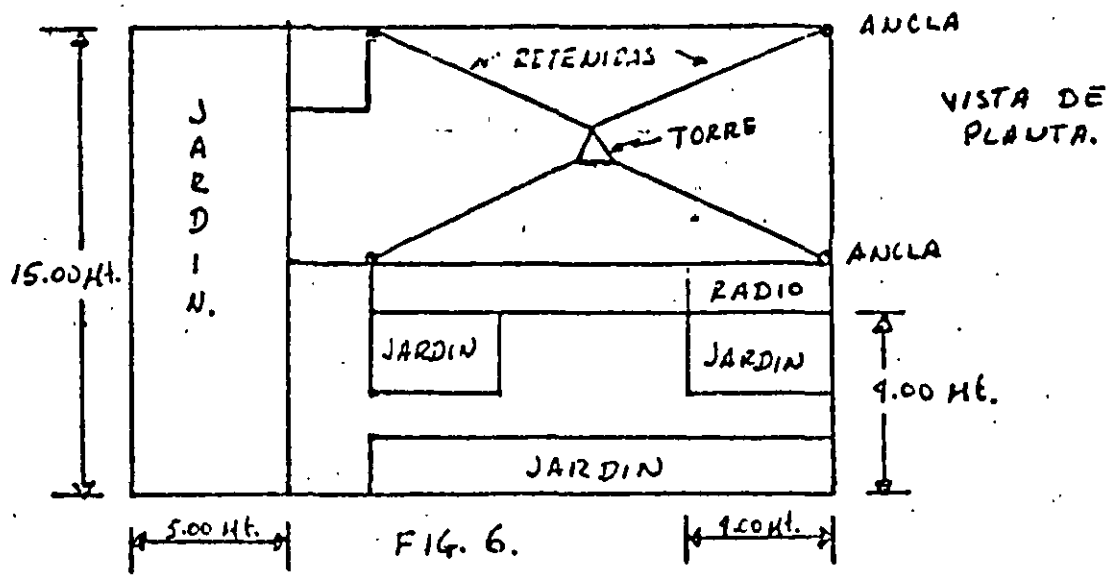
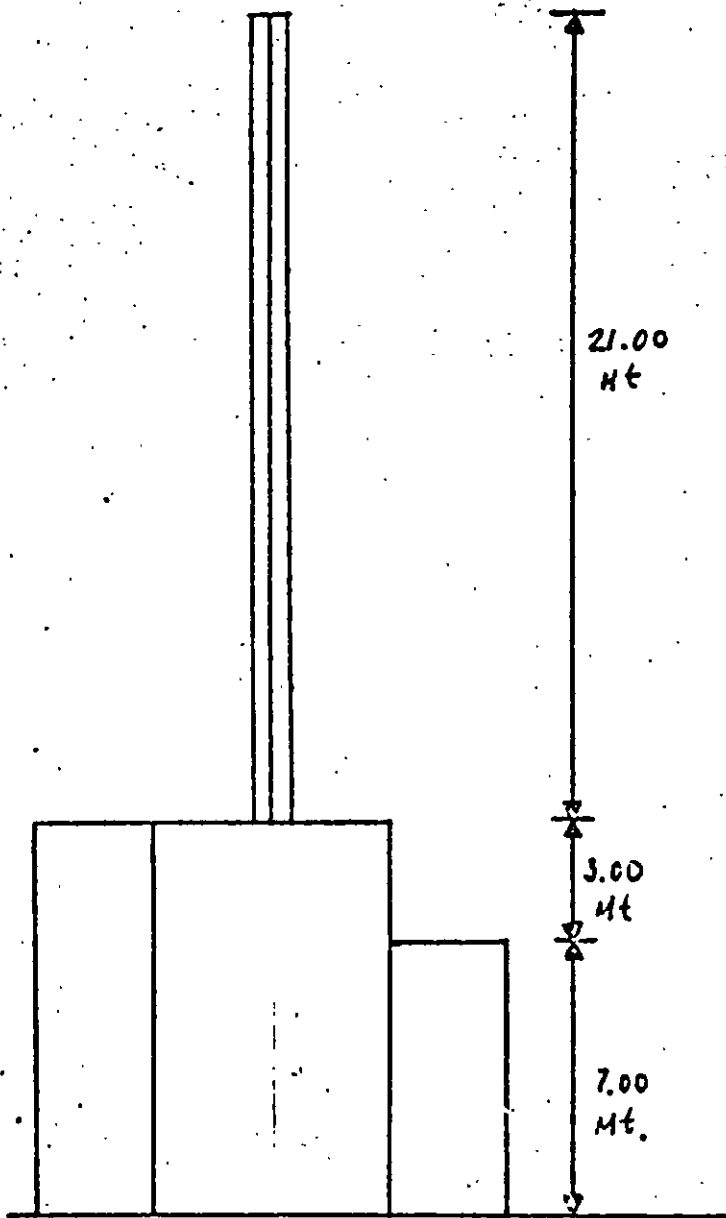


FIG. 6.

Las figuras 6 y 7 muestran la disposición general de la construcción así como las medidas correspondientes. A falta de mejores datos del terreno, consideraremos que es un terreno urbano, entonces, de acuerdo con la figura 2, la resistividad a considerar será de 5×10^2 ohm-metro.



VISTA LATERAL

FIG. 7.

Tal como está esta instalación, no es posible tener una sola instalación de tierra para la torre y el equipo de comunicaciones. Consideraremos un sistema de tierra para la torre, aprovechando el jardín de 5×15 mts. y una tierra para el equipo en el jardín de 4.0×4.0 mts.

Iniciemos ahora nuestro cálculo para la tierra de la torre.

Consideremos, como paso inicial, que la tierra estará formada por una sola barra de Copperweld de 12.7 mm $\emptyset \times 3.05$ mts. de longitud. Esta barra tendrá una resistencia a tierra de:

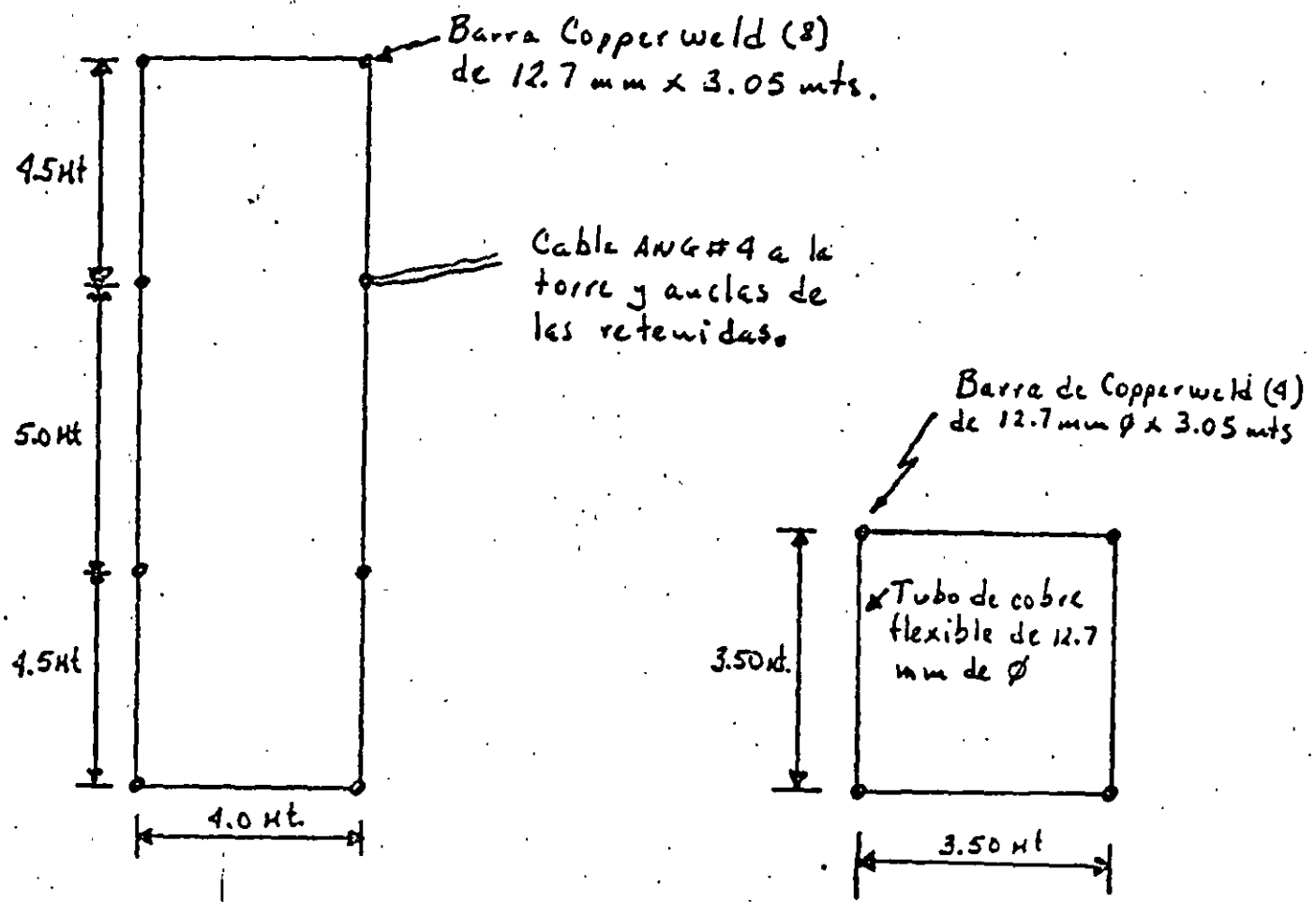
$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

$$R = \frac{5 \times 10^2}{2\pi \times 3.05} \ln \frac{4 \times 3.05}{0.0127}$$

$$R = 179.1821 \Omega.$$

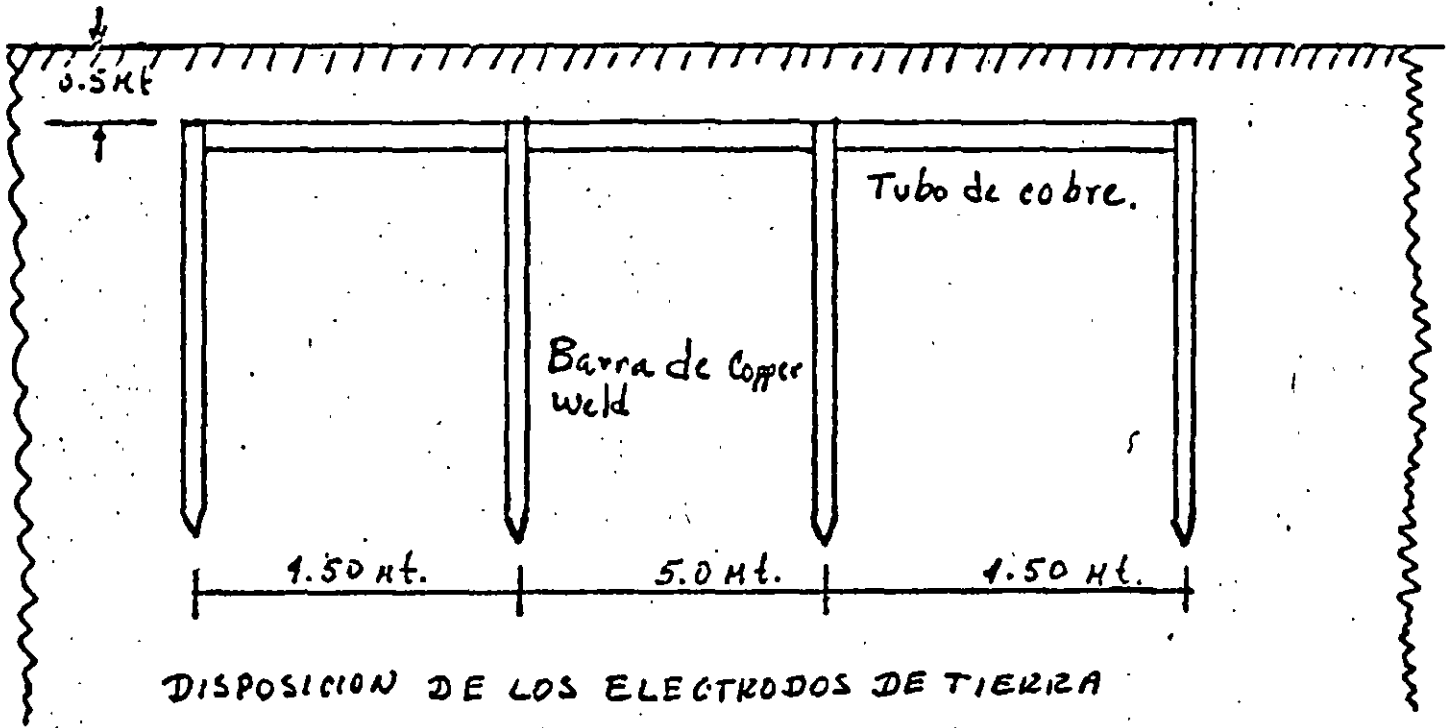
Estos cables coaxiales deberán tener una segunda conexión a tierra en el lugar donde entran al cuarto de la instalación de radiocomunicación, en este caso, a la tierra auxiliar. El cable de conexión deberá ser independiente del cable que se emplee para conectar los gabinetes de los equipos a la tierra.

En las figuras 8, 9 y 10 se muestra la disposición final de los sistemas de tierra de esta instalación.



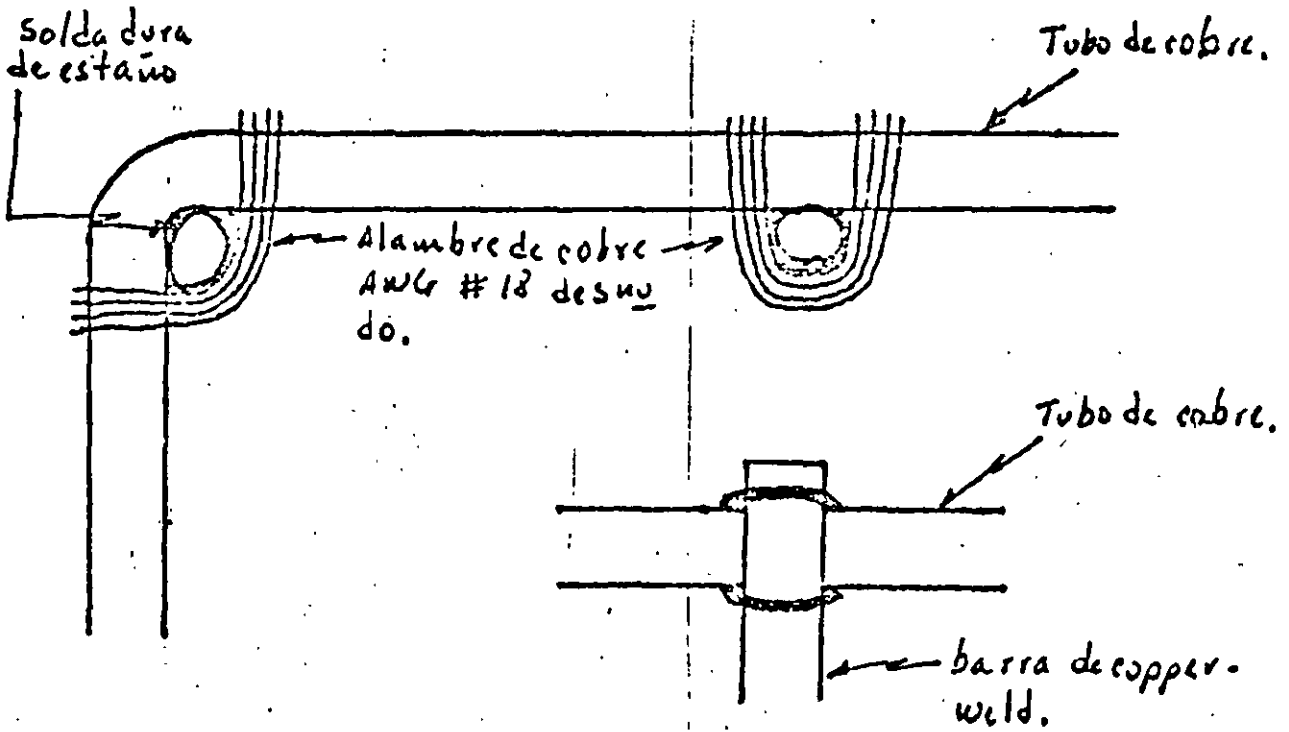
DISPOSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA.

FIG. 8.



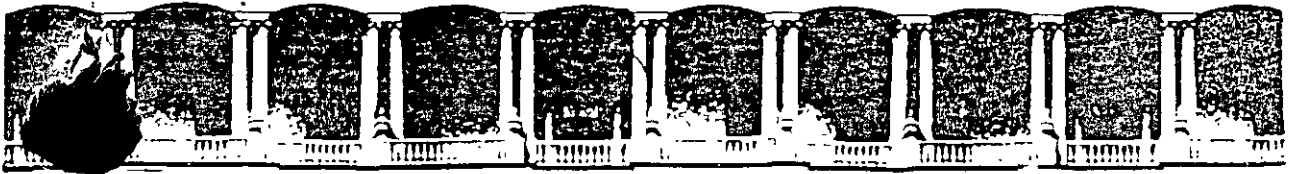
DISPOSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA

FIG. 9.



DETALLE DE LAS UNIONES BARRA-TUBO.

FIG. 10.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

MODULO IV: MANTENIMIENTO A INSTALACIONES

PARARRAYOS

**EXPOSITOR: ING. PAULA MENDOZA
1997**

PARARRAYOS

MANTENIMIENTO

" Protección de los bienes e inmuebles "

Un sistema adecuada de Pararrayos provee protección efectiva durante toda la vida de un edificio si se toma la precaución de revisar periódicamente su instalación y también si se le hacen las modificaciones o aumentos necesarios al haber cambios en las construcciones o al instalar antenas, equipos de aire acondicionado, etc., que no existían cuando se protegió el edificio. Aun así los costos de dichos sistemas fluctúan entre el 2% del valor de una construcción pequeña, hasta una insignificante fracción del 1% del costo de un edificio grande.

- Que las instalaciones sean las adecuadas y estén en condiciones adecuadas.
- Que no haya soportes ni cables zafados.
- Que no haya Pararrayos caídos o chuecos.
- Que las conexiones a tierra estén bien colocadas.

INDICE ISOCERAUNICO

REPUBLICA MEXICANA

	ZONA	Promedio Anual de días con Tormentas Eléctricas
1.	BAJA CALIFORNIA	> 40
2.	PENINSULA	> 40
3.	CENTRO OCCIDENTE	15 - 40
4.	NOROESTE	> 40
5.	BAJIO	> 40
6.	CENTRO SUR	> 40
7.	GOLFO NORTE	15 - 40
8.	NORTE	> 40
9.	JALISCO	> 40
10.	SURESTE	15 - 40
11.	CENTRO ORIENTE	15 - 40
12.	ORIENTE	15 - 40
13.	CENTRO	15 - 40

" Los pararrayos deben quedar conectados permanentemente a los circuitos que protegen y entrar en operación en el instante en que la sobretensión alcanza un valor convenido, superior a la tensión máxima del sistema ".



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

MODULO IV: MANTENIMIENTO A INSTALACIONES

PLANTAS GENERADORAS

**EXPOSITOR: ING. JAVIER GONZALEZ
1997**

PLANTAS GENERADORAS DE ENERGIA ELECTRICA

1.- INTRODUCCION

2.- FUNCIONES Y USO

3.- ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

4.- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

5.- EXPERIENCIAS

6.- CONCLUSIONES

INTRODUCCION

EN TODAS LAS EMPRESAS DE CUALQUIER TIPO ES INDISPENSABLE EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA. LA INTERRUPCION NO PLANEADA DE LA MISMA, PODRIA OCACIONAR PERDIDAS ECONOMICAS TAN GRANDES QUE A VECES NO PODRIA MEDIRSE EL IMPACTO TAN SIGNIFICATIVO.

ES AQUI DONDE LAS PLANTAS GENERADORAS DE ENERGIA ELECTRICA ENTRAN EN ACCION.

UNA PLANTA GENERADORA DE ENERGIA ELECTRICA ES UN EQUIPO INDEPENDIENTE CAPAZ DE SUMINISTRAR DETERMINADA POTENCIA ELECTRICA ,A PARTIR DE LA TRANFORMACION DE LA ENERGIA QUIMICA DEL COMBUSTIBLE EN MECANICA EN UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA QUE ACCIONA UN GENERADOR DE ELECTRICIDAD.

Tabla 1.16

GENERADOR ELECTRICO

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

- DIARIA:
 - Inspección:
 - . Ranuras de ventilación.
 - . Acoplamiento al motor.
 - . Vibraciones.
 - . Temperatura del generador.
 - Lectura cada dos horas.
 - . Amperímetro.
 - . Voltímetro.
 - . Frecuencímetro.
 - Servicio:
 - Limpeza del generador por fuera y por dentro.
- ACTIVIDADES CADA 100 h:
 - Lubricar los cojinetes y bujes del generador con aceite de motor.
- ACTIVIDADES CADA 200 h:
 - . Limpeza interna del generador.
 - . Lubricación con aceite de cojinetes.
 - . Lubricación con grasa de cojinetes.
- ACTIVIDADES CADA 400 h:
 - . Medición de la resistencia en los devanados.
 - . Inspección del excitador y diodos.

Tabla 1.17

ESTACION DE TRANSFERENCIA.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

- DIARIA:
 - Lectura de todos los instrumentos del tablero.
- ACTIVIDADES CADA SEMANA:
 - . Verificar el funcionamiento del interruptor automático de transferencia mediante el botón de prueba.
 - . Inspección del estado físico de todos los contactos e interruptores.
- ACTIVIDAD CADA MES:
 - . Pruebas generales al tablero.

(Consulte manuales de mantenimiento)

Tabla 1.15

MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

- Lecturas de instrumentos cada dos horas.
 - Indicadores de presión.
 - Indicadores de temperatura.
 - Amperímetro de carga de baterías.
 - Tacómetro.

- ACTIVIDADES CADA 100 h:
 - Lubricar el mecanismo de control del acelerador.

- ACTIVIDADES CADA 250 h:
(en motores nuevos se recomienda hacerlas cada 100 horas.)
 - Cambio de:
 - Aceite lubricante.
 - Filtros de aceite.
 - Filtros de combustible.
 - Filtro de aire.
 - Filtro de agua (si tiene).
 - Agua refrigerante.
 - Limpieza de:
 - Cáster.
 - Sistema de combustible.

- ACTIVIDADES CADA 400 h:
 - . Afinación del motor.
 - . Limpieza del sistema de enfriamiento.
 - . Mismas actividades que se realizan cada 250 horas.
 - . Limpieza del enfriador de aceite.
 - . Lubricación de cojinetes en marcha y alternador.
 - . Revisión del sobrecargador.
 - . Inspeccionar conmutador y carbones de marcha.
 - . Lubricación del gobernador.

- ACTIVIDADES CADA 600 h:
 - . Quitar las tapas de acceso a bloques de cilindros para inspeccionar camisas pistones y anillos.

Tabla 1.13

ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

- INSPECCION:
 - . Verificar el estado de los elementos, sistemas y accesorios.
 - . Revisar la calidad de los fluidos.
 - . Vigilar:
 - Ruidos
 - Vibraciones.
- +
- SERVICIO:
 - . Limpieza de polvo y suciedad
 - . Lubricación.
 - . Ajuste de tolerancias entre elementos.
 - . Cambio de elementos que agotaron su vida útil.
 - . Cambio de fluidos.
 - . Reparación o corrección de fallas.
 - . Calibraciones.

Tabla 1.14

MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

- DIARIA:
 - Inspección visual de:
 - Nivel de combustible en el tanque.
 - Operación de la bomba de combustible.
 - Nivel del agua refrigerante.
 - Estado de las bandas del ventilador y alternador.
 - Nivel del líquido electrolito en las baterías.
 - Terminales de la batería.
 - Nivel y estado del aceite lubricante.
 - Salida de gases por el escape.
 - Funcionamiento de la bomba de agua.
 - Posibles fugas de fluidos.
 - Sistema de arranque.
 - Filtro de aire (cambiarlo si es necesario).
 - Trabajar con carga para evitar carbonización y deterioro.
(planta generadora para uso de emergencia)
 - Quitar suciedad acumulada del filtro de aceite.
 - Muestreo aprox. 100 cc de combustible a los filtros primario y secundario.

7
✓

Tabla 1.12

**INSTALACION DE LA PLANTA GENERADORA.
REGLAS GENERALES.**

- Tanque de combustible:
 - . Nivel superior al motor,
 - . Diferencia máxima de nivel con el motor 5.0 m.
 - . Material de lámina negra o de acero.
(no emplear zinc o fierro galvanizado)
 - . Evitar su contaminación.
 - . Conexiones: 4.0 cm por encima del fondo.
 - Líneas de alimentación y retorno de combustible:
 - . Conectarse al tanque lo mas lejos posible una de la otra.
 - . Material cobre.
 - Ventilación suficiente.
Ventilación adicional de aire fresco en temperatura ambiente superior a los 40 °C
 - Espacio holgado para su mantenimiento y operación.
 - Montaje sobre:
 - . Piso firme
 - . Nivelado
 - . Anclado a una base de concreto, si es posible.
 - Servicio Interior
 - Lugar seco.
 - Tubo de escape directo, de ser posible,
 - . No emplear codos, sino tubo curvo,
 - . Tubos soportados independientemente del equipo.
 - . Impedir la entrada de lluvia por el escape.
 - . Fierro forjado o fundido.
 - Baterías:
 - . Lugar lo mas cerca posible del motor.
 - . No instalar acumuladores en serie
(caída de tensión en las conexiones).
- (Consulte los manuales de instalación).

1.5.2 PANEL DE CONTROL.

Se utiliza en conjunto con el interruptor de transferencia automático, y se encarga de monitorear todos los parámetros en los suministros normal y de emergencia, controlar la transferencia de carga, así como enviar señales para el arranque o paro del motor.

Algunos de los dispositivos con los que cuenta un panel de control son los indicados en la tabla 1.10.

1.5.3 TABLERO.

Es un gabinete que puede estar montado sobre el generador de la planta generadora o ser independiente.

En éste se integran todos los instrumentos de medición, controles y protecciones del equipo.

1.6 MANTENIMIENTO.

En la tabla 1.11 se presenta una relación de costos aproximados para la compra o renta de plantas generadoras.

Las actividades que deben realizarse sobre cada sistema, mecanismo y elemento son las indicadas en la tabla 1.13.

La frecuencia de estas actividades debe ser función de:

- . Experiencia con el equipo
- . Manual de mantenimiento del fabricante.
- . Nivel de mantenimiento por aplicar, definido por un análisis de la conveniencia de tener o no tener una planta generadora, es decir, a las consecuencias económicas.

1.6.1 INSTALACION.

La calidad de instalación de la planta generadora, determina la vida del equipo, su comportamiento y mantenibilidad. En la tabla 1.12 se indican las reglas generales para su instalación.

1.6.2 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO.

En las tablas 1.13 a 1.16 se enlistan las actividades a realizar al motor, generador y transfer.

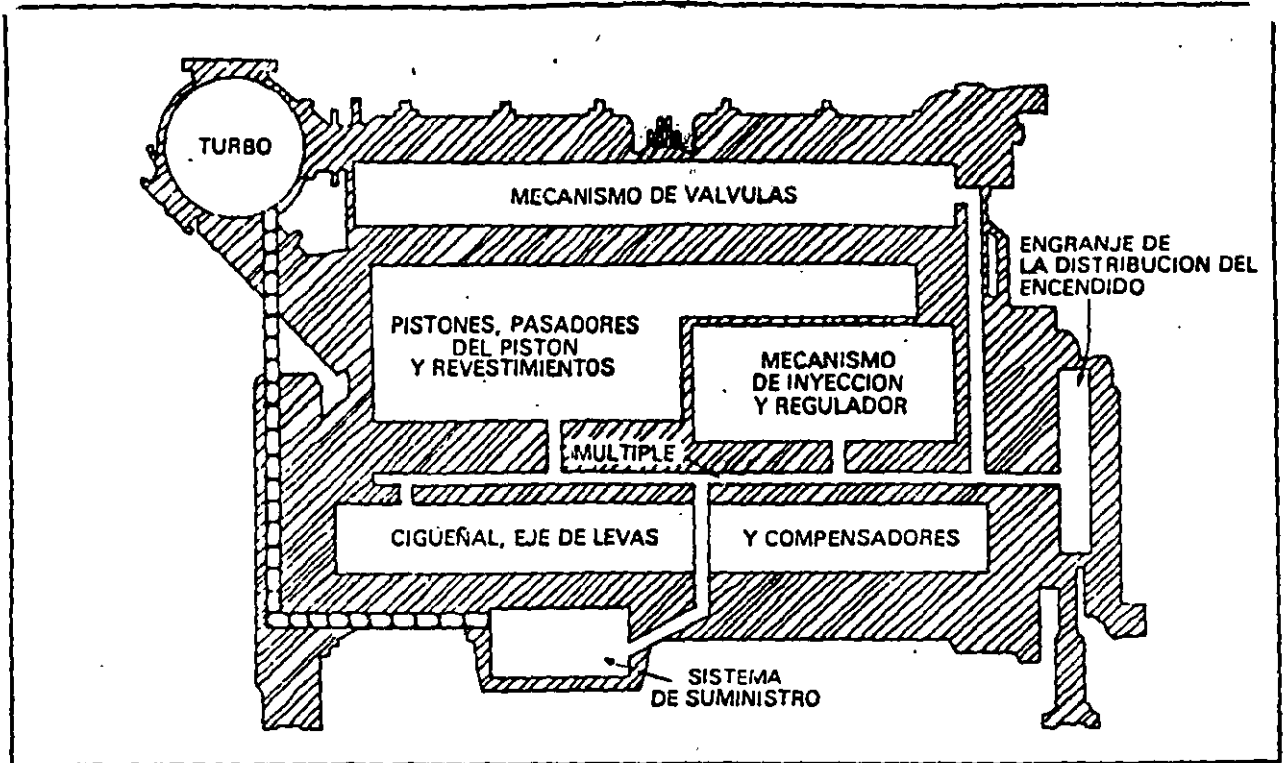


Figura 33. Zonas del motor abastecidas de aceite lubricante

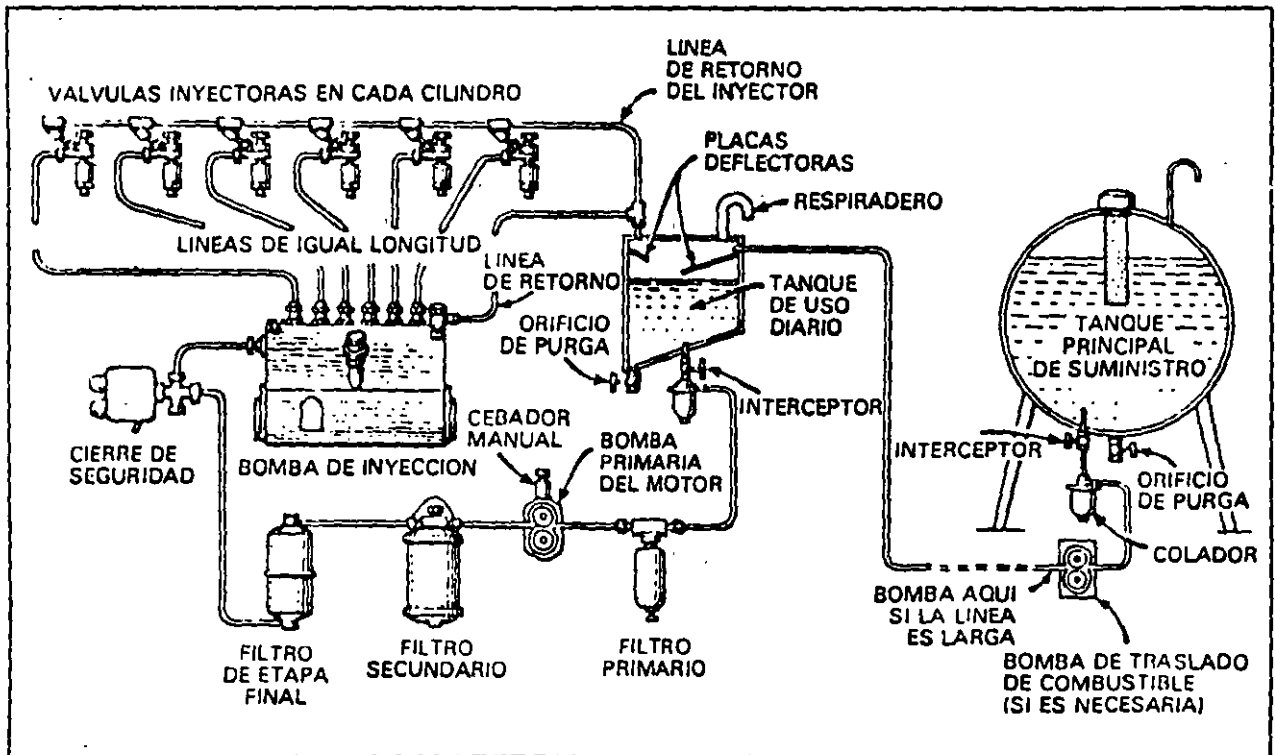


Figura 5. Partes esenciales de un sistema de suministro de combustible en un motor diesel

3.- ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

EL MANTENIMIENTO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA DEBE HACERSE SEGUN LOS PROGRAMAS DE LOS ASPECTOS QUE HAN DE VERIFICARSE EN CADA OCACION. LOS ASPECTOS ESPECIFICOS DE DIFERENTES MOTORES VARIAN SEGUN LAS RECOMENDACIONES DE LOS FABRICANTES Y SEGUN EL EQUIPO AUXILIAR, LOS INSTRUMENTOS Y LAS ALARMAS DE QUE SE DISPONGAN.

E. REQUISITOS DE EJECUCION.

E.01 Mantenimiento preventivo.

a. El mantenimiento de motores de combustión interna debe hacerse según los programas de los aspectos que han de verificarse en cada ocasión. Los aspectos específicos de diferentes motores varían según las recomendaciones de los fabricantes y según el equipo auxiliar, los instrumentos y las alarmas de que dispongan. El tipo de servicio, el clima y otros factores tendrán mucho que ver con el mantenimiento de una instalación determinada. Cualquier equipo no enumerado, deberá verificarse con la misma frecuencia con que se revisan aspectos comparables que aparezcan en el programa. Hay cosas que exigen la revisión de un mecánico de motores diesel y el empleo de herramientas e instrumentos especiales.

b. Requisitos.- Para lograr una correcta operación, segura y eficiente de los motores de combustión interna, es necesario que toda la instalación que se utiliza, cumpla con todas las normas mencionadas en el inciso B.01 de ese capítulo, dando especial importancia a los siguientes puntos:

1. Inventario.- Es necesario contar con el inventario de todos los motores de combustión interna, de la instalación o planta de que se trate, anotando su ubicación, conteniendo adicionalmente a los datos de placa la siguiente información:

1.1 Tipo de motor.

1.2 Identificación (número económico).

1.3 Marca.

1.4 Modelo.

1.5 Serie.

1.6 Fecha de fabricación.

- 12
2. Información técnica.- Se deben reunir los Manuales de Partes, Operación y Mantenimiento disponibles con los fabricantes, así como todos aquellos textos que se considere conveniente para consulta.
 3. Levantamiento.- En esta acción se deberá revisar y actualizar, si es necesario, las fichas técnica y comercial del motor de combustión, indicando las características del equipo que acciona y las condiciones de trabajo particulares.
 4. Diagnóstico.- Resultado del último diagnóstico elaborado, Este debe contemplar un análisis de la operación.
 5. Proyecto.- Es importante contar con la información de Especificaciones Técnicas del Proyecto, para entender la selección del motor de combustión.
 6. Reporte de operación.- Como complemento obligado a toda la información indicada anteriormente, es imprescindible conocer el comportamiento del motor de combustión interna. Este reporte es generado por el personal de operación.
 7. Bitácora.- Se elaborará la bitácora por motor, en la cual se deben vaciar las tareas desarrolladas de mantenimiento, anotando las reparaciones y cambios efectuados por Mantenimiento Correctivo, así como las variaciones, anomalías y desviaciones aplicables en Mantenimiento Preventivo.
 8. Historial.- Es importante conocer los trabajos de mantenimiento efectuados al motor, identificando las partes reemplazadas y aquellas fallas repetitivas que hubiera tenido.

9. Estadística.- Con todos los datos recabados de mantenimiento se genera la estadística del equipo, herramienta útil para la toma de decisiones sobre su mantenimiento o sustitución.
10. Consumibles.- Se deben tener presente las condiciones de los insumos que intervienen o afectan la operación de los motores, como son:
- 10.1 Combustibles.- El diesel que se utilice debe cumplir con los estándares de calidad para las siguientes propiedades: volatilidad, residuo carbónico, viscosidad, contenido de azufre, ceniza, sedimento y agua, punto de inflamación, punto de fluidez, corrosión ácida y calidad de encendido. Un combustible que no reúna las especificaciones arriba mencionadas puede producir efectos muy perjudiciales al motor.
- 10.2 Aceites.- La calidad y el tipo adecuado de aceite que se use, dependiendo de las condiciones climáticas y del trabajo que realice el motor, son fundamentales para la vida del motor.
- 10.3 Agua.- La protección del sistema de enfriamiento puede lograrse con resultados óptimos utilizando agua limpia y blanda (libre de elementos minerales), libre de cieno y de contaminación de materias orgánicas, ya que al estar en contacto con vegetales en descomposición se producen sulfuro de hidrógeno y bióxido de carbono, compuestos que tienen una acción corrosiva muy rápida sobre las superficies de cobre del radiador o de los intercambiadores de calor.
- c. Programa de Mantenimiento Preventivo.- Este es la descripción de las actividades físicas (tareas) del mantenimiento. Para la realización del presente programa, se dividieron los motores de combustión interna por sus características de encendido, en motores de dos y cuatro

tiempos y por el tipo de operación que realizan, continua y de emergencia. Las dimensiones de los motores no afectan al tipo de tarea a efectuar, afectando únicamente los rendimientos de la mano de obra o en los casos de equipo mayor el requerimiento para el manejo de carga. Las refacciones que se utilizarán son similares en tipo y solo difieren en tamaño.

Los motores que se contemplan en este programa son de fabricación estándar para todos los fabricantes, por lo que se tendrán que tomar en cuenta las recomendaciones particulares, cuando se trate de motores de fabricación especial o para aplicaciones muy específicas, ajustando los tiempos y actividades a las indicaciones del proveedor.

Un punto muy importante a considerar en este programa será la planeación, para que el mantenimiento de los motores de combustión interna, se realice en forma simultánea con el del equipo a que está acoplado, lo cual representaría un ahorro de tiempo por mantenimiento y mayor disponibilidad del equipo para operar.

A continuación se presentan las formas de la ficha técnica para el mantenimiento de los motores de combustión interna.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.1

1. Revisar y nivelar aceite de motor

1.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	48

1.2 Descripción de actividades.

Todos los motores de combustión interna cuentan con varilla (bayoneta) para medir el nivel de aceite en el depósito, ésta se encuentra en un costado del motor. La mayoría de las varillas para medir el nivel tienen varias franjas o divisiones, las más comunes son como se muestran en la figura 1.

1.2.1. Nivel alto.- El nivel está demasiado alto, drenar un poco hasta alcanzar el nivel de "lleno", de lo contrario el aceite empezará a formar espuma.

1.2.2. Lleno.- Este es el nivel normal de operación de la máquina.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.2

2. Revisar y nivelar agua del radiador

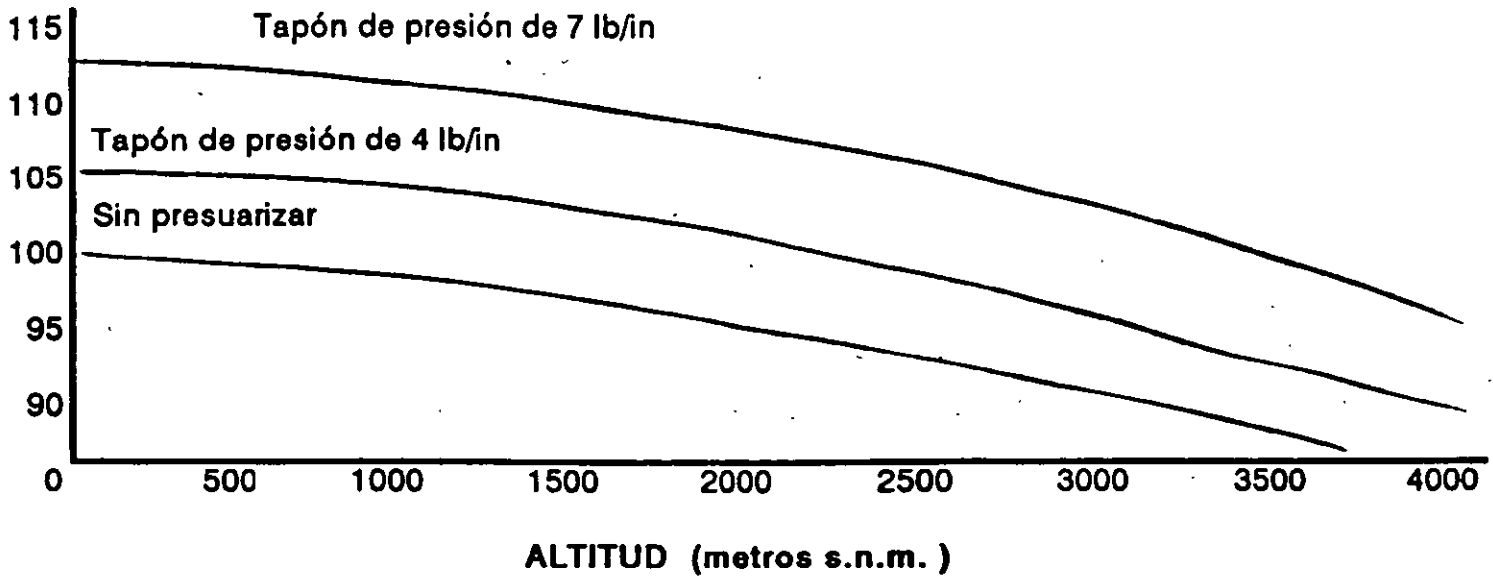
2.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	60

2.2 Descripción de actividades.- Para verificar el nivel de refrigerante proceder a retirar el tapón del sistema, con las precauciones del caso, sobre todo si el motor está equipado con precalentador ya que el sistema se encontrará con una presión de 0.30 a 0.55 kg/cm² (4 a 7 lb/in²) y una temperatura mínima de 70° C. Cada fabricante usará una marca particular para indicar el nivel adecuado del líquido; si dicho nivel es bajo proceder a llenar el depósito hasta la marca.

Es importante verificar la presión de operación del tapón, ya que está no deberá exceder de 1 kg/cm² (14 lb/in²) siendo el rango más adecuado de 0.30 a 0.55 kg/cm² (4 a 7 lb/in²).

En la gráfica 1 se muestra el punto de ebullición del agua contra la altitud para un sistema no presurizado y para sistemas que usan tapas de presión.



Gráfica 1. Temperatura del agua

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.3

3. Verificar nivel de aceite en el filtro de aire

3.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	--

3.2 Descripción de actividades

Para dar servicio a un filtro de este tipo, retirar la tapa y sacar el elemento, vaciar el aceite que contiene y limpiar perfectamente la suciedad con un líquido comercial adecuado o petróleo. Asimismo, limpiar el elemento tejido del filtro en un baño de petróleo o de un líquido similar.

Llenar con aceite lubricante limpio de motor (grado SAE 40) hasta el nivel indicado, sin excederse, ya que de hacerlo éste podría ser succionado por el motor y provocaría velocidades sin control del motor y excesivo desgaste del mismo.

Los purificadores de aire de servicio pesado del tipo baño de aceite, que se encuentran en motores con capacidades mayores, generalmente están provistos de un prepurificador, montado en la parte superior del purificador principal, que debe quitarse a fin de limpiar todo el polvo y suciedad de las paletas o aspas de admisión de aire de la placa inferior del conjunto, las ranuras de eyección en el lado del cono y el tubo de salida.

Al elemento desmontable se le da servicio bajando el depósito de aceite, el cual puede estar sujeto por medio de clips o una abrazadera. Limpiar perfectamente y llenar con aceite limpio hasta el nivel indicado. Limpiar el elemento suelto con petróleo.

No usar gasolina para limpiar el sistema de alimentación o entrada de aire.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.4

4. Limpiar purificador de aire tipo seco

4.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	120

4.2 Descripción de actividades

En este tipo de filtros, el alojamiento o recipiente de polvo, recoge las partículas más pesadas que son arrojadas por el paso del aire. El polvo entra en el recipiente por la ranura de la placa deflectora y el nivel de suciedad presente en él, no debe llegar a menos de 12 mm (1/2") de dicha ranura.

Para retirar el recipiente, retirar la abrazadera del tornillo de sujeción y sacar el deflector del interior del cuerpo a fin de tener acceso al polvo y poder retirarlo. El elemento en si puede sacarse quitando simplemente la tuerca de mariposa. En caso de que el elemento esté contaminado por polvo

seco, limpiar cuidadosamente golpeándolo en forma ligera con la mano o aplicando aire comprimido a baja presión 0.7 a 0.8 kg/cm² (10 a 12 lb/in²) desde su lado limpio. Si está contaminado por aceite, usar un detergente adecuado que no haga espuma, enjuagar con agua limpia y dejar secar (en un horno).

Por último, antes de volver a instalar, inspeccionar el elemento colocando una luz brillante en su parte central; cualquier orificio, rajadura o rotura por pequeña que sea lo inutilizará para seguir prestando servicio, por lo tanto debe desecharse. En cualquier caso, todos los elementos de tipo seco deben cambiarse después de seis operaciones de limpieza. En unidades de servicio pesado y en operaciones con concentraciones severas de polvo, muchas unidades cuentan con purificadores de aire de servicio pesado con un indicador de restricción. Estos elementos o cartuchos de purificadores son reemplazables, de ninguna manera debe intentarse limpiarlos y volver a usarlos.

Para cambiar el cartucho, quitar la abrazadera y retirar el eliminador de humedad o panel prepurificador, retirar los cartuchos sucios y coloque los repuestos, a continuación instalar el prepurificador.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.5

5. Revisar fugas de agua, aceite y combustible

5.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	120

5.2 Descripción de actividades

5.2.1. Fugas en el sistema de lubricación.- Las fugas en este sistema se presentan con más frecuencia en las mangueras del radiador de aceite, las cuales deben soportar condiciones de trabajo, añejamiento, dobleces, resistencia bajo las máximas condiciones de presión del sistema. Las mangueras deben ser certificadas por el proveedor para soportar una prueba de 67 kg/cm² (1000 psi) de presión y una presión de trabajo de 17 kg/cm² (250 psi) mínimo y una temperatura de operación de 5°C a 120°C. Generalmente las fugas se localizan en las conexiones de estas mangueras, por lo que hay que

proceder a apretarlas; si el goteo es por la manguera proceder a sustituirla.

Otro posible lugar de falla es la junta del filtro de aceite, normalmente se corrige apretando el tornillo o el elemento del filtro de aceite. Si la falla continua cambiar el empaque o el elemento dependiendo del motor que se trate.

5.2.2. Fugas en el sistema de combustible.- Para el caso del combustible la tubería que lo lleva hasta el motor es rígida, por tanto la inspección deberá concretarse a las conexiones que van del tanque a la bomba, de la bomba a la bomba de inyección y de ahí a cada inyector, para el caso de los motores a diesel y de la bomba al carburador para los de gasolina que lo posean. Si existe alguna fuga apretar la conexión, si a pesar de esto la fuga continua, reportar para que sea substituida la conexión o el tramo del tubo.

5.2.3. Fugas en el sistema de enfriamiento.- Las fugas más frecuentes se presentan en las mangueras del radiador y en el mismo radiador, proceder a apretar las abrazaderas de las mangueras y si la fuga persiste, cambiar la manguera. Si es en el radiador ver la posibilidad de repararlo en el sitio, de lo contrario proceder a desmontarlo y enviarlo a un taller especializado.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.6

6. Purga de sedimentos en filtros de combustible

6.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	24
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	20
Diesel 4 tiempos servicio continuo	24
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	20
Gasolina o gas	--

6.2 Descripción de actividades

Esta actividad se enfoca hacia los motores diesel ya que en los de gasolina no hay posibilidad de efectuarla.

El combustible diesel se elabora, de acuerdo a especificaciones cuidadosamente controladas, el sistema de inyección de combustible de un motor diesel está construido con límites muy precisos y es absolutamente indispensable que el combustible esté libre de toda contaminación cuando llegue a éste. Por lo que es importante drenar los filtros y el depósito de gasolina sobre todo de agua y sedimentos.

Todos los depósitos de combustible cuentan con una llave en la parte inferior de ellos, por la cual se procede a drenar

los contaminantes, abriendo la llave lentamente hasta que sólo fluya diesel por ella, cerrando inmediatamente después. En la parte inferior de los filtros también se localiza la llave que se procede a operar en la misma forma que la anterior.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.7

7. Verificar nivel de batería y limpieza de terminales

7.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	120
Diesel 4 tiempos servicio continuo	180
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	160
Gasolina o gas	300

7.2 Descripción de actividades

Para verificar el nivel del electrolito en la batería, se deberán quitar los tapones y observar a través de los orificios el nivel que guarda la solución. El nivel adecuado será cuando el líquido cubra 12 mm arriba la parte superior de las placas, si esto no sucede se deberá agregar una solución

23

ácido sulfúrico al 4% de concentración hasta conseguir el nivel antes mencionado.

La carga eléctrica de un acumulador se verifica usando un hidrómetro para medir el peso específico del ácido del acumulador, un acumulador cargado por completo debe dar una lectura de 1.260. Cuando la lectura del hidrómetro descienda hasta 1.250, hay que poner la batería a una carga de 4 amperes.

Cuando se trate de un trabajo en clima frío, habrá que tener cuidado de cerciorarse de que el acumulador no se congele. En climas cálidos no debe usarse agua fría en una batería caliente, porque separa las celdas y es causa de fallas.

Para limpiar las terminales de la batería, utilizar una solución de bicarbonato de sodio saturada, en un depósito preferentemente de plástico y sumergir en él las terminales de los cables, el sulfato formado se disolverá en la solución. Para los postes del acumulador proceda de igual manera utilizando una brocha para bañarlos en el bicarbonato. Posteriormente limpiar con un trapo seco y limpio.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.8

8. Cambio de aceite y filtro en motor

8.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	130
Diesel 4 tiempos servicio continuo	150
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	130
Gasolina o gas	300

8.2 Descripción de actividades

El aceite debe drenarse cuando se encuentre caliente; es decir, inmediatamente después de un período de trabajo; para drenar el aceite del motor, retirar el tapón de la base del carter, cuando se haya vaciado todo el aceite, colocar nuevamente el tapón en su lugar, una vez realizado ésto se procede a vaciar el aceite limpio al carter observando la varilla de nivel, hasta que marque "lleno" (full).

Proceder a cambiar el filtro de aceite, es muy importante que ésto se realice cada vez que se cambie el aceite, ya que los aceites actuales contienen aditivos dispersantes y detergentes que tienen el efecto de aumentar los depósitos acumulados

por el propio filtro, esta unidad de filtrado normalmente es del tipo de flujo o circulación completa, lo que significa que todo el aceite que llega a los cojinetes o metales del motor pasa por esta unidad y por consiguiente, es filtrado durante tal proceso, siempre y cuando el elemento no esté obstruido. Si el filtro de aceite se obstruye, existe una válvula que permite que al motor en realidad nunca le falte el aceite, pero, este aceite no estará filtrado y un motor que funcione con aceite sin filtrar resentirá daños en sus metales y cojinetes.

Para cambiar el elemento desechable, quite el tornillo de sujeción del cuerpo, luego retire éste junto con el elemento sucio en su interior, deseche el elemento y limpie el alojamiento tanto por dentro como por fuera, ya sea con gasolina o diesel.

Con el nuevo elemento del filtro, se encuentra un anillo o empaque que debe colocarse en la ranura de la cabeza del filtro, una vez que se haya retirado el usado, a continuación se coloca el elemento nuevo y se cierra con el tornillo de sujeción del cuerpo.

Si se usa el filtro de unidad desechable, se debe cambiar la unidad completa, para ésto, desenrosque la unidad de la cabeza del filtro e instale el repuesto.

Cuando se realice esta operación hay que tener la precaución de no retirar junto con el filtro el tubo que situa a la unidad.

Una vez que se ha instalado el nuevo elemento del filtro, se está listo para volver a llenar el motor con aceite limpio hasta la marca "lleno" de la bayoneta medidora. El motor puede ponerse en marcha y operarse a baja velocidad mientras se verifica la presión del aceite.

Si todo funciona normalmente, operar el motor un poco más de tiempo y después apagarlo. Ahora se encontrará que el nivel del aceite ha bajado un poco, así que hay que agregar aceite limpio hasta alcanzar el nivel de "lleno" en el indicador.

La selección del aceite adecuado para los motores diesel es una parte importante en esta operación, por lo tanto a conti-

nuación se indican las características de los aceites que se encuentran en el mercado.

SAE 30 para temperaturas ambientales menores de 30°C

SAE 40 para temperaturas ambientales mayores de 30°C

Si la temperatura es menor de cero grados consultar el manual del fabricante.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.9

9. Revisar presión de aceite del motor

9.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	150
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	130
Diesel 4 tiempos servicio continuo	150
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	130
Gasolina o gas	300

9.2 Descripción de actividades

Es muy importante después de haber realizado el cambio de aceite, verificar la presión del mismo, para lo cual hay que observar el indicador de presión en el tablero de la máquina.

Generalmente deberá ser de 2.11 kg/cm² (30 lb/in²) a máxima velocidad de la máquina; en motores de gran tamaño se cuenta con equipos de prelubricación, los cuales inician la lubricación antes de arrancar el motor, evitando los desgastes de arranque.

Es conveniente también observar la temperatura del aceite, en virtud de que el deterioro que sufra éste se deberá en gran medida a las temperaturas a que se somete. La temperatura máxima permisible del aceite lubricante, medida en el riel de presión principal o en la cabeza del filtro, es de 107°C.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.10

10. Revisar nivel de aceite del gobernador hidráulico

10.1 Programa

Las actividades de este párrafo coinciden con el programa anterior.

10.2 Descripción de actividades

Si el equipo cuenta con este tipo de gobernador se revisará el depósito de aceite, la mayoría de las máquinas tienen una bayoneta indicadora o al destapar el depósito se ve la marca del nivel. El aceite que se utiliza es el de transmisión automática SAE 10W - 40. Otros tipos de gobernador se lubrican con el mismo aceite que utiliza el motor.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.11

11. Verificar funcionamiento y presiones del turbocargador

11.1 Programa

M O T O R	FRECUENCIA (HORAS)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	250
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	250
Gasolina o gas	500

11.2 Descripción de actividades

Siendo el turbocargador un compresor que permite aumentar el flujo de aire hacia los cilindros, permitiendo que el combustible se queme con mayor eficiencia, aumentando la potencia del motor, es necesario que su funcionamiento se realice sin fallas.

Para medir la presión de operación se puede utilizar el medidor que la máquina debe traer incorporado a su tablero de instrumentos verificando que dicha presión se ajuste a las parámetros que cada fabricante establece para su equipo, dependiendo de las condiciones en que va a operar (altura sobre el nivel del mar, trabajo continuo, emergencia, condi-

ciones climatológicas etc.).

Si la presión baja en forma paulatina, se deberá revisar el estado de los filtros de aire que pueden encontrarse obstruidos por polvo, aceite u otros elementos; para resolver este problema se procederá de acuerdo a los subincisos E.01.c.03 y E.01.c.04 de este mismo capítulo.

Si por el contrario la presión desciende en forma brusca, lo más probable es que uno de los ventiladores haya sufrido un daño o la pérdida de algún elemento, para lo cual se procederá a desmontar el turbo alimentador, soltando los tornillos que lo sujetan al motor así como la abrazadera del múltiple de escape, para proceder a su revisión y en su caso la substitución de las piezas dañadas.

Es necesario escuchar el funcionamiento de este componente para determinar si existen daños en los cojinetes, en los ventiladores o si se presenta alguna fuga de los gases de escape, para proceder a su reparación.

<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DE COMBUSTION INTERNA</p>
--

<p>E.01.c.12</p>

12. Cambiar filtros de combustible

12.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	300
Gasolina ó gas	500

12.2 Descripción de actividades

Generalmente los motores diesel tienen instalados dos filtros de combustible, el primario, que está situado antes de la bomba de combustible, evitando que la suciedad llegue a la bomba; y el secundario situado después de la bomba, para evitar que la suciedad restante (generalmente partículas más pequeñas) lleguen a los inyectores.

La diferencia principal entre el filtro primario y el secundario consiste en el tipo de elemento que emplea. El elemento del filtro primario no es tan denso o compacto como filtro del secundario.

Para proceder al cambio del elemento se deberán ejecutar las siguientes operaciones:

- 12.2.1 Limpiar exteriormente el alojamiento del filtro
- 12.2.2 Aflojar el tornillo del respiradero en la parte superior del filtro, para permitir que entre el aire en el filtro y se pueda drenar el combustible restante.
- 12.2.3 Utilizar un recipiente para recoger el combustible que drene de la caja de alojamiento del filtro. Se tiene que mantener el combustible retirado de los alambres eléctricos porque puede dañar el aislamiento.
- 12.2.4 Una vez que se ha drenado el combustible, se cierra la conexión de drenaje. Esto evita que el combustible continúe drenando durante el resto del trabajo.
- 12.2.5 Retirar la caja de alojamiento del filtro, para hacer ésto se tiene que aflojar el tornillo que sujeta el alojamiento contra la parte superior del filtro. Al quitar la caja, se descubre el elemento del filtro y la empaquetadura.
- 12.2.6 Limpiar la superficie de asentamiento del empaque, si dicha superficie no está limpia, el empaque no sellará, teniendo una alta probabilidad de fuga.
- 12.2.7 Instalar el elemento nuevo en el alojamiento, verificando que la altura sea la indicada para que al volver a colocarlo, ajuste en la superficie de contacto del empaque.
- 12.2.8 Comprobar que el empaque nuevo encaja en su sitio alrededor de la parte superior del alojamiento e instalarlo.

35

12.2.9 Colocar la caja del alojamiento en la parte superior del filtro, instalar el tornillo de sujeción y apretarlo a no más de 1.5 kg-m (10 lb-ft).

12.2.10 Antes de arrancar o poner en marcha el motor, los filtros de combustible se deben llenar, para forzar el aire fuera del alojamiento del filtro, evitando problemas a la hora del arranque. Para lograr esto se hace uso de la bomba de mano que generalmente se surge con el motor, hasta llenar los filtros. Tiene que comprobarse que el respiradero este abierto para permitir que el aire escape. Es mejor llenar un solo filtro a la vez para controlar el combustible.

El motor se debe arrancar cuando se ha concluido el trabajo, así se pueden identificar fugas u otros problemas.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.13

13. Reapretar tornillería exterior

13.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	250
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	250
Gasolina o gas	500

13.2 Descripción de actividades

13.2.1 Soportes de montaje.- Los motores de combustión interna generalmente se encuentran montados sobre soportes de un material flexible del tipo elastómero o de algún otro que amortigüe las vibraciones producidas por el motor, sobre todo en los de diesel, por lo tanto los tornillos de montaje se ven sujetos a fuertes vibraciones, haciendo necesario que se aprieten de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante. Estos tornillos se encuentran en la parte inferior de los rieles de anclaje del motor.

13.2.2 Tapas de los levantaválvulas.- Los tornillos que sujetan las tapas se encuentran, generalmente en ceja inferior de la dicha tapa. Su par de apriete no es muy grande ya que la función de este elemento es la de evitar escurrimientos de aceite al exterior, se puede situar el toque en un rango que va de 1.0 a 3.5 kg-m (7 a 25 lb-ft), de acuerdo a las especificaciones del motor de que se trate.

13.2.3 Tapa del carter.- Las especificaciones para estos tornillos son los mismos que las del inciso anterior.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.14

14. Limpieza exterior del motor

14.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	300
Gasolina o gas	500

14.2 Descripción de actividades

La limpieza de los motores es conveniente que se realice con vapor, para aprovechar la temperatura y la presión del mismo para arrastrar y desincrustar el polvo y la suciedad que se adhieren junto con el aceite al motor.

Cuando se realice esta operación hay que tener cuidado que las partes eléctricas de la máquina no se expongan demasiado tiempo al vapor ya que ninguna de ellas cuenta con juntas a prueba de goteo y en el caso de los alternadores, se encuentran abiertos al ambiente.

Si no es posible realizar la limpieza con vapor se puede utilizar petróleo a presión, posteriormente se procede a lavar con agua a presión, teniendo la misma precaución anterior de no exponer los equipos eléctricos demasiado tiempo a la humedad.

En ambos casos se debe sopletear todo el motor con aire a presión 1.5 a 2.1 kg/cm² (20 a 30 lb/in²), inmediatamente después del lavado para evitar daños al equipo eléctrico y que se produzcan escurrimientos de agua al carter o a un ducto de retorno del combustible.

No es recomendable utilizar solventes de ninguna clase para esta limpieza, ya que podría dañar componentes o provocar algún incendio al entrar en contacto con superficies calientes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.15

15. Revisar y ajustar bandas

15.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	300
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	300
Diesel 4 tiempos servicio continuo	300
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	300
Gasolina o gas	500

15.2 Descripción de actividades

Con el motor apagado, retirar la cubierta que cubre la banda (si existe) y examinar con cuidado toda la circunferencia tanto interior como exterior de la banda para ver si no está lúida o agrietada. Si la banda presenta demasiados daños de los antes mencionados o está muy desgastada, proceder a su cambio.

Revisar también la tensión de la banda, si la flexión de la misma rebasa el 10% de la longitud de la distancia entre ejes de las poleas más alejadas, proceder a tensar la banda para que entre en el parámetro anterior. (Ver la figura 3).

Para realizar la operación anterior proceder a aflojar el perno que sujeta la polea tensora. Después hacer palanca contra la polea hasta obtener la tensión adecuada en la banda y apretar el perno. Si la sustitución se hace necesaria, antes de tensar la banda aflojar completamente la polea tensora para poder retirar la banda usada y proceder a su sustitución. Posteriormente repetir los pasos anteriores para tensar correctamente la banda.

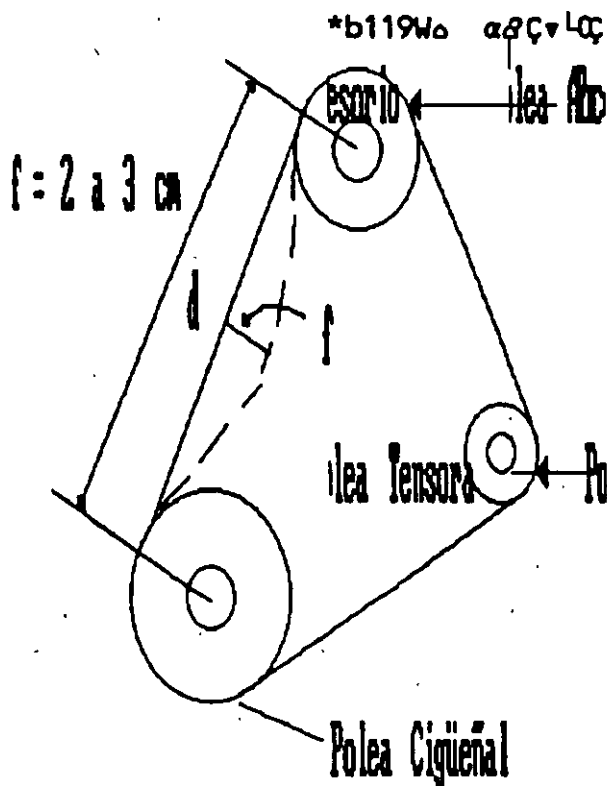


Figura 3

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.16

16. Lubricar bomba de agua y ventilador

16.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	500
Gasolina o gas	---

16.2 Descripción de actividades

En algunos motores diesel el eje de la bomba de agua se encuentra separado del cuerpo del monoblock, montado entre una o dos chumaceras y en otros casos dicho eje no se lubrica con agua, por lo que se hace necesario que se lubrique.

Las graseras se encuentran en la parte superior de la chumacera o de la bomba. Se utiliza una graseras a presión, tipo pistón para engrasar los baleros, la grasa debe ser la recomendada por el fabricante de baleros sometidos a temperaturas de 80 a 120°C. Generalmente se inyecta 14 gr (1/2 oz) en cada balero.

Es importante utilizar la cantidad adecuada de grasa que se inyecta a la bomba, de lo contrario parte de esta grasa pasará al agua, ocasionando posibles obstrucciones en los ductos más pequeños de enfriamiento.

Los motores diesel actuales de alta velocidad están equipados con un ventilador de embrague centrífugo accionando por un termostato, evitando cargas muertas al motor, pero cuando el embrague libera al ventilador, éste gira en un balero que también es necesario lubricar. El método para llevar a cabo esta operación es similar al descrito en el párrafo anterior.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.17

17. Cambiar agua al radiador

17.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	500
Gasolina o gas	1,000

17.2 Descripción de actividades

Para cambiar el agua del radiador, proceder a desconectar el precalentador si el motor lo tiene, y esperar que el radiador o los depósitos superiores se enfríe, abrir la llave de drenado y retirar el tapón de presión del radiador o cambiador de calor y dejar que drene el líquido refrigerante.

Se procede a cerrar la llave de dren y se repone el agua hasta la mitad del tanque superior, para dejar suficiente espacio para la expansión del agua cuando ésta se calienta. Es conveniente agregar un líquido anticongelante con lo que se evitará la corrosión y que el agua se congele cuando el

motor opere en climas demasiado fríos. A continuación se esquematizan los dos sistemas típicos de dispositivos de los sistemas de enfriamiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.18

18. Revisar sincronización de inyectores

18.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	600
Gasolina o gas	1,000

18.2 Descripción de actividades

Los inyectores de combustible generalmente son accionados por la misma leva que acciona las válvulas. Aunque el concepto de la calibración es igual para las válvulas y los inyectores de combustible, la calibración se hace de manera diferente. En el caso del inyector, el balancín siempre toca el émbolo del inyector, generalmente la distancia entre la parte superior

del émbolo y el cuerpo del inyector indica que tanto movimiento del balancín se necesita para inyectar el combustible.

Hay diversos métodos que se pueden emplear para calibrar los inyectores. Uno de ellos consiste en utilizar una herramienta suministrada por el fabricante, esta herramienta está prefijada para el espacio libre correcto. Otros métodos incluyen la utilización de un micrómetro de profundidad y un indicador de cuadrante.

Cuando se utiliza la herramienta reguladora, el motor se debe preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, generalmente hay que girar el motor hasta que las válvulas de escape estén completamente comprimidas y el balancín del inyector se localice en la parte superior de su carrera.

En los cuerpos de algunos inyectores hay un pequeño agujero para introducir una herramienta especial. Cuando la herramienta se ha introducido, se tiene que girar de manera que el borde fresado de la herramienta pase sobre la superficie fresada del émbolo del inyector. Si la herramienta no pasa sobre el émbolo del inyector, la sincronización está retrasada, si hay un espacio grande significa que la sincronización está demasiado acelerada.

Generalmente los ajustes se realizan girando la varilla para meterla o sacarla del inyector para ajustar el espacio libre de sincronización.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.19

19. Calibrar válvulas

19.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	500
Gasolina o gas	---

19.2 Descripción de actividades

Para calibrar el espacio libre u holgura entre el balancín y la válvula, se tiene que encontrar en que punto del ciclo de funcionamiento es donde este espacio libre alcanza su máximo.

En la mayoría de los motores, se obtiene el espacio libre máximo cuando el inyector de combustible está totalmente comprimido. Para poner el motor en posición, se puede girar con una llave el cigüeñal para llevarlo hasta este punto. En motores muy grandes, generalmente se tiene aparatos especiales para este propósito.

Los procedimientos específicos para calibrar las válvulas varían, pero siempre se tiene que hacer lo siguiente:

19.2.1 Desmontar la tapa que cubre las válvulas y balancines (tapa de punterías).

19.2.2 Limpiar la cubierta de la válvula para impedir que entre suciedad al mecanismo de la misma.

19.2.3 Retirar la cubierta de la válvula, paralelamente a la cabeza del motor para evitar que se dañe, ya que una cubierta deformada puede ocasionar escapes del aceite hacia los pistones.

19.2.4 Para medir el espacio libre entre balancín y válvula se utiliza un calibrador de lanas. Si el espacio existente no concuerda con las especificaciones del fabricante se ajusta utilizando el tornillo que se encuentra en la válvula para este efecto.

Muchos fabricantes recomiendan el método de "pasa o no pasa". Cuando se hace esta prueba, se debe colocar una lana de un calibre de espesor al mínimo espacio libre. Este calibre (el calibre de juego mínimo) debe pasar sin ninguna dificultad por el espacio. El calibre se ajusta al espacio máximo admisible, la lana de este calibre no debe pasar por dicho espacio.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

E.01.c.20

20. Limpiar tanque de combustible

20.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	600
Gasolina o gas	1,500

20.2 Descripción de actividades

Casi todos los tanques de combustible tienen esencialmente el mismo equipo, el cual incluye:

20.2.1 Conexión de toma, mediante la cual se le añade combustible al tanque.

20.2.2 Respiradero, que mantiene la presión en el tanque igual a la presión del área circundante.

20.2.3 Indicador de nivel, marca la cantidad de combustible en el tanque.

20.2.4 Tubería de salida de combustible, que lleva al combustible desde el tanque hasta la bomba, esta tubería se extiende dentro del tanque para evitar que entre agua o suciedad.

20.2.5 Conexión de drenaje, permite que el combustible drene del tanque.

Antes de drenar el tanque, se tiene que revisar el nivel del combustible. También se observa la condición del indicador, porque puede ser necesario limpiarlo. Comprobar que la válvula de drenado esté cerrada y la tapa, limpia.

Abrir la válvula y drenar un poco de combustible en un recipiente. A medida que el combustible está drenado, se observa para ver en que momento se está acumulando combustible limpio. Si hay combustible limpio en la parte de arriba y una mezcla turbia de suciedad y agua en el fondo, significa que se ha drenado la mayor parte de la suciedad y el agua. Si no lo hay, dejar que drene un poco hasta que solo salga diesel limpio.

49

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DE COMBUSTION INTERNA
--

E.01.c.21

21. Verificar elementos del precalentador

21.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	---
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	500
Diesel 4 tiempos servicio continuo	---
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	500
Gasolina o gas	---

21.2 Descripción de actividades

Estos equipos se encuentran en motores diesel conectados a un servicio de emergencia, el precalentador cumple la función de mantener al motor a una temperatura cercana a la de operación, con la finalidad de que a la señal de arranque, el motor empiece a trabajar sin problemas. El precalentador funciona bajo el principio de termosifón para calentar el agua y la circulación de la misma a través de los conductores del monoblock.

El elemento calefactor es una resistencia, encapsulado en una arcilla refractaria y ésta a su vez contenida en un

recipiente de latón o bronce, por lo que su mantenimiento se reduce a limpiar y apretar las terminales, para lo cual se procede a desconectar el precalentador de la línea de corriente (generalmente a 127 V) y revisar las terminales. Con el multímetro verificar la continuidad y la resistencia, para comparar con las especificaciones del fabricante, si ésta es menor al 30% del valor, existe la probabilidad de que falle, por lo tanto hay que substituir el elemento.

Se deben limpiar las terminales del termostato utilizando el mismo procedimiento que en el inciso anterior.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.22

22. Verificar funcionamiento al alternador y motor de arranque

22.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	600
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	600
Diesel 4 tiempos servicio continuo	600
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	600
Gasolina o gas	1,500

22.2 Descripción de actividades

22.2.1 Alternador.- Los alternadores se fabrican en varias capacidades, siendo las más usuales 35 y 55 amperes a 12 y 24 voltios, dependiendo la carga que se tenga conectada. Las operaciones de mantenimiento más frecuentes son:

22.2.1.1 Verificar el estado de las escobillas.- Proceder a retirar los cubre-polvos que se encuentran en la parte posterior de la coraza, en unos motores están sujetos por dos pijas y otros entran a presión. Retirar el resorte que empuja al carbón hacia los anillos y extraer la escobilla, comprobar su estado y desgaste, si se hace necesario sustituirlas.

22.2.1.2 Revisar diodos.- El puenterectificador se forma de seis diodos; de éstos, tres son positivos y tres son negativos. Los diodos se prueban conectados el borne positivo del óhmetro al dado positivo del diodo y el negativo del óhmetro al negativo. En este sentido debe registrarse continuidad. Al conectar inversamente debe registrar una resistencia por lo menos 100 veces mayor a la del lado contrario. Si se hace la prueba con una lámpara de prueba no mayor de 12 V, al hacer la conexión de un lado enciende y del otro no, si es que el diodo se encuentra en buenas condiciones.

22.2.1.3 Revisar devanados.- Para comprobar el rotor (campo inductor) se puede utilizar una lámpara serie no mayor de 12 V o un óhmetro y se prueba continuidad en la bobina o circuito abierto, conectando las terminales de prueba a los anillos rozantes. Si la bobina se encuentra en buen estado, la lámpara no enciende y el óhmetro no registra ninguna resistencia. Para probar si la bobina está en corto circuito, se debe tener la referencia del valor original de resistencia de la bobina y hacer comparaciones. Si el valor es más pequeño el rotor está en corto.

Para determinar si el embobinado del rotor se va a tierra, con el mismo óhmetro o la lámpara serie, se conecta uno de los polos a uno de los anillos rozantes y el otro a la flecha o a las piezas polares. Si el rotor está conectado a tierra, habrá continuidad o la lámpara enciende. Si no hay falla a tierra, la lámpara no enciende y el óhmetro no registrará continuidad.

Para el estator (inducido), las pruebas que se efectúan, son las mismas que en el rotor, la diferencia es que debe haber continuidad entre tres terminales y la referencia a tierra se toma del núcleo laminado.

22.2.1.4 Baleros.- Los baleros se localizan en las tapas del alternador, para revisarlos es necesario retirar los cuatro tornillos pasantes que las sujetan y acceder a los rodamientos, hay que tener cuidado de no dañar las escobillas ya que al retirar la tapa posterior se sueltan los carbones de los anillos de rozamiento. Limpiar perfectamente la grasa, utilizando un solvente derivado del petróleo y revisar perfectamente los elementos del balero, si se encuentra dañado procederá a su cambio.

22.2.2 Motor de arranque.- Para arrancar un motor diesel debe darse vuelta al cigüeñal con algún medio externo, que comprima el aire de los cilindros a suficiente presión y temperatura, para que al inyectarse el combustible, la mezcla de éste con el aire se inflame y produzca un tiempo de potencia, para iniciar el movimiento del motor. Hay diferentes tipos de arranques; con motores eléctricos, neumáticos hidráulicos o con motores de gasolina, también se pueden arrancar inyectando aire comprimido a los cilindros, los más pequeños pueden arrancarse con un manubrio. Se describirá el mantenimiento preventivo de los arrancadores eléctricos, por

53

ser los más empleados en los motores pequeños y medianos.

El más común de éstos es un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta con 12 ó 24 voltios, gira hasta 1800 RPM máximo, para que el motor de combustión sea impulsado con una velocidad de 100 a 150 RPM.

22.2.2.1 Verificar el estado de las escobillas.- Las operaciones en este inciso son las mismas que para el alternador.

22.2.2.2 Revisar devanados.- Las operaciones en este inciso son las mismas que para el alternador.

22.2.2.3 Revisar bujes.- Al igual que los rodamientos los bujes se localizan en la tapa posterior del motor de arranque (tapa del colector) y en el frente se encuentra en el alojamiento del bendix (piñón). Se verifica el estado de las superficies de contacto, desgaste, fisuras, rayones, etc. Para acceder a ellos es necesario desmontar el motor y retirar los dos tornillos que sujetan la tapa del colector, teniendo precaución con las escobillas que se encuentran sujetas a ella. Cuando se retire el buje del frente (que generalmente es el que sufre mayor desgaste), es necesario desacoplar el mecanismo del solenoide para poder retirar la tapa donde se encuentra el buje. Una vez substituidos éstos, se procede en forma inversa para su armado.

22.2.2.4 Verificar solenoide.- Aprovechando que se desarmó para la revisión de los bujes el solenoide, se revisa la continuidad y resistencia del embobinado utilizando el óhmetro o la lampara serie. Se verifica el estado de la horquilla de acoplamiento y el estado de piñón, si se notan roturas o excesivo desgaste, se procede a substituirlos.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.23

23. Lavar interior del carter por inundación

23.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	1,200
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	1,000
Diesel 4 tiempos servicio continuo	1,200
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	1,000
Gasolina o gas	-----

23.2 Descripción de actividades

Drenar el aceite inmediatamente después de un período de operación, procediendo a retirar el tapón de la base del carter, cuando se haya vaciado todo el aceite, colocar nuevamente el tapón en su lugar. Una vez realizado esto se vacía combustible diesel al carter y se espera de 15 ó 20 minutos para que el diesel remueva los depósitos de suciedad y aceite quemado que se encuentran en las paredes de este depósito.

Se retira el tapón del carter para drenar el combustible sucio y se procede a llenarlo con aceite limpio, de acuerdo a lo mencionado en E.01.c.8 en donde se indica el cambio de aceite y filtro del motor.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.24

24. Apretar tornillos de múltiples de admisión y escape

24.1 Programa

Las actividades de este párrafo coinciden con las del anterior.

24.2 Descripción de actividades

Dependiendo de la capacidad del motor los múltiples se fijan con un número determinado de tornillos, que pueden ir de dos por puerto de admisión o escape en los motores pequeños, a 8 para los diesel de 1500 a 2000 hp o más para motor de gran tamaño. Estos tornillos se encuentran en la parte frontal de los múltiples, su par de apriete (torque) varía dependiendo del diámetro y el material con el cual se fabricó el tornillo. En el múltiple de escape, el par de apriete siempre es mayor que en el de admisión.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA**

E.01.c.25

25. Verificar turbocompresor

25.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	--
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	--
Diesel 4 tiempos servicio continuo	1,000
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	1,200
Gasolina o gas	1,500

25.2 Descripción de actividades

El turbocargador es un compresor de aire, que emplea para su funcionamiento los gases del escape de los cilindros. Generalmente se utiliza en los motores de cuatro tiempos, ya que estos equipos no trabajan hasta que no existan gases del escape.

25.2.1 Lubricación.- Dado que la velocidad rotatoria del motor turboalimentador puede alcanzar hasta 30 000 RPM a revoluciones máximas del motor, a una temperatura en la caja del compresor hasta 175°C y de la turbina que varía de 350 a 650°C, se hace necesaria una gran

cantidad de aceite lubricante para enfriar el turboalimentador, para que el eje flote sobre una película de aceite en sus cojinetes y evitar el desgaste de éstos. Por lo anterior es importante verificar que los ductos de lubricación del turbo se mantengan limpios y si el equipo cuenta con un manómetro de presión, revisar que la presión de aceite se sostenga en lo indicado por el fabricante.

25.2.2 Limpieza de impulsores y difusores.- Se procede a desacoplar el turbo del tubo de escape (cada fabricante lo instala en diferente forma y lugar), y de la tubería del filtro de aire. Los impulsores se encuentran sujetos a una flecha común por medio de una cuña y una tuerca de seguridad en ambos extremos de la flecha. La limpieza se debe realizar utilizando un solvente derivado del petróleo, una brocha y si las incrustaciones de los difusores del lado del escape (que generalmente es la parte que más se ensucia) se encuentran firmemente adheridas, se puede utilizar algún desincrustante comercial y un cepillo de alambre para removerlas.

25.2.3 Verificar juego en los cojinetes.- Con el turboalimentador desmontado, se retiran las tuercas y seguros que sostienen los ventiladores y se procede a limpiar perfectamente los cojinetes y la flecha, después se verifica la tolerancia entre ellos si esta es mayor que la recomendada por el fabricante, se substituyen.

25.2.4 Revisar los ductos de alimentación y descarga de aceite.- Dependiendo del fabricante, se revisa visualmente que los barrenos por donde circula el aceite se encuentren libres de suciedad y depósitos. Si hace falta se puede introducir un alambre para desprender dichos depósitos.

22.2.5 Postenfriador (Intercooler).- La mayoría de los motores equipados con turboalimentador cuentan con este accesorio para refrigerar el aire, ya que al comprimirse éste eleva su temperatura, si es inyectado, la eficiencia del motor decrece, en virtud de que el aire caliente contiene menos oxígeno que el que se encuentra a temperatura ambiente.

El postenfriador utiliza el agua de enfriamiento del motor para reducir la temperatura del aire comprimido, por lo que se revisarán las conexiones, ya sean del tipo manguera o en tubería rígida. Si se observa alguna fuga se procederá a repararla, ya sea apretando la conexión, cambiando el empaque o sustituyendo la pieza defectuosa.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA

E.01.c.26

26. Revisión general del motor

26.1 Programa

M o t o r	Frecuencia (Horas)
Diesel 2 tiempos servicio continuo	3,200
Diesel 2 tiempos servicio emergencia	3,000
Diesel 4 tiempos servicio continuo	3,200
Diesel 4 tiempos servicio emergencia	3,000
Gasolina o gas	3,500

59

26.2 Descripción de actividades

Al llegar a este período, deberán examinarse:

- 26.2.1 Cojinetes de bielas y cigüeñal.- Se revisarán visualmente si existen rayones, desgaste (generalmente se producen en el centro del metal) o roturas, así como alteración el color, lo que indicará si el metal a sido expuesto a temperaturas altas. Si presenta algunos de estos defectos, se procederá a su cambio.
- 26.2.2 Muñones de cigüeñal.- Inspeccionar visualmente la superficie del muñón, para ver si tiene rayones. Medir desgaste, para lo cual se emplea un micrómetro y comparar con los parámetros del fabricante. Si este desgaste es mayor a éstos se rectifica en 10, 20, 30 ó 40 milésimas de pulgada (0.250, 0.500, 0.750 ó 1.0 mm). Utilizando el mismo micrómetro se procede a observar la circunferencia del muñón y con el mismo criterio anterior, se procederá a rectificar si se sale de la tolerancia permisible.
- 26.2.3 Arbol de levas.- Se inspeccionará visualmente la superficie de las levas y de los rodamientos del árbol, si presentan alguna imperfección se rectificaran si todavía es posible esto, de lo contrario se procederá a su cambio.
- 26.2.4 Cabezas.- Revisar con algún equipo de rayos ultravioleta para verificar si no existen grietas en la cabeza, que pudieran ocasionar una falla. Inspeccionar los asientos de las válvulas y ver si existe alguno desprendido o destruido o demasiado dañado por el uso. Asimismo verificar las guías sobre las cuales se deslizan las válvulas, para lo cual se introduce la válvula y se intenta mover perpendicularmente a su eje; si este juego es excesivo se procederá a su substitución.

También se revisa el estado de las válvulas, el asiento que tan dañado está, la guía, si presenta desgaste. En la mayoría de los casos lo más procedente es rectificar asiento y válvula antes de volver a armar la cabeza.

26.2.5 Pistones.- Verificar el estado físico para observar si presenta daños, como son rotura de una de las cejas, perforaciones, juego en el perno de la biela o daños en los faldones. También se revisan los anillos para determinar si se pegaron o si están rotos, lo que indicará en los dos casos falta de lubricación. Si se presenta alguna de estas fallas, su reemplazo se hará necesario. No utilizar nuevamente los anillos usados a pesar de que no presenten fallas.

26.2.6 Camisas.- Revisar la superficie para determinar si existen daños como rayado, ceja, fisuras dentro de él o bien si se ha deformado o desgastado, para lo cual se hará necesario la utilización de un micrómetro de interiores y girarlo para observar si hay variaciones en el diámetro del cilindro o determinar el desgaste del mismo. Si se presenta alguna de estas fallas proceder a su cambio.

26.2.7 Bomba de combustible.- La verificación de este equipo se deberá realizar en un laboratorio especializado, para determinar el gasto que está entregando y calibrarla a lo especificado por el fabricante. Asimismo se substituirán las piezas que sean necesarias para su funcionamiento óptimo.

26.2.8 Inyectores.- Se procederá en forma similar el párrafo anterior.

26.2.9 Enfriador del aceite.- Verificar si no existen tubos picados o si los intercambiadores de calor no se han dañado, revisar las conexiones visualmente para deter-

51
minar el estado de ellas y proceder a su cambio si así lo amerita.

Si el rendimiento del motor es aún aceptable y las piezas antes citadas no acusan mucho desgaste, este podrá ponerse nuevamente en servicio después de efectuarse arreglos parciales. En caso contrario, deberá someterse a una reparación general.

E.02 Mantenimiento correctivo.- Para facilitar la operación de mantenimiento correctivo y dado que cada problema puede ser motivado por una o varias causas, se dará la falla, la o las causas probables y las medidas correctivas a cada caso. Cabe señalar que algunas de las acciones del mantenimiento correctivo ya fueron mencionadas en el preventivo, pero dado que son fallas fuera del programa del preventivo, éstas tienen que ser las mismas que la manejadas en este programa.

a. Baja velocidad de arranque:

1. Carga del acumulador baja:

1.1 Ocasionado por falta de operación del motor, ya que el alternador no ha trabajado lo suficiente para recargar el acumulador. Esto se resuelve programando la operación del motor por lo menos una vez a la semana, durante un hora por lo menos. Además de corregir lo anterior, se utiliza para observar y corregir otras fallas.

Esta falla es muy común en los motores que están acoplados a una planta generadora de energía eléctrica del tipo emergencia.

1.2 El sostenedor de carga (si existe) defectuoso o desconectado. Proceder a revisar el sostenedor o a conectar si este fuera el caso.

1.3 Batería defectuosa o gastada. En ambos casos proceder a la substitución de la misma.

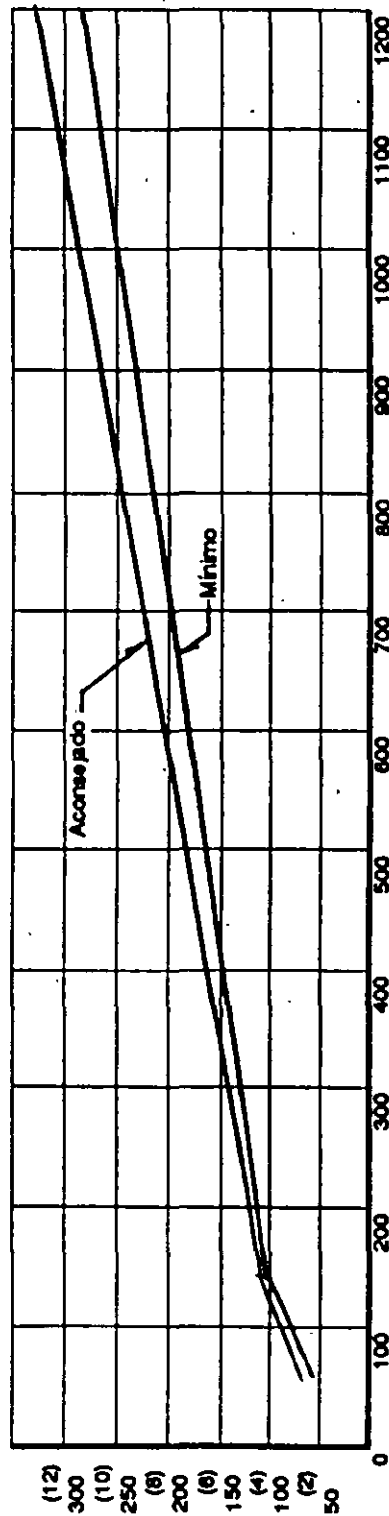
- 2. Conexiones eléctricas defectuosas.- Se verificarán las terminales de la batería, las del alternador y las del motor de arranque, buscando que alguna de ellas se encuentre floja o el cable que las alimenta esté trozado.
- 3. Motor de arranque defectuoso.- Se procederá a desmontar el motor de arranque y se revisaran los carbones, el embobinado, el bendix y por último se verificará el estado de los baleros. Si alguna de estas piezas resulta defectuosa deberá ser substituida.
- 4. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Cambiar el aceite por el del grado recomendado por el fabricante.

b. El motor no arranca:

- 1. Tanque de combustible vacío.- Proveer de combustible el tanque de alimentación.
- 2. Tubería de alimentación de combustible bloqueada.- Desacoplar la tubería que va del tanque a la bomba, en sus dos extremos, sopletear con aire comprimido hasta que el tapón salga, si esto no sucede, introducir un alambre acerado para destruir el bloqueo, o remplazarlo por uno nuevo.
- 3. Falla en la bomba de alimentación de combustible.- Desmontar la bomba y sustituirla por una nueva. Existen en el mercado repuestos para dichas bombas, que resultan más baratos que la adquisición de la bomba, pero los resultados son muy dudosos en cuanto a la confiabilidad del mismo.
- 4. Filtros de combustible obstruidos.- Proceder a su substitución.

5. Restricción en el filtro de aire.- Retirar el elemento del filtro y limpiarlo, si no funciona, proceder a su cambio.
6. Aire en el sistema de combustible.- Para extraer el aire del sistema, se afloja el tornillo del respiradero de aire, localizado en la parte superior del filtro de combustible y se obliga al combustible a circular por la tubería, utilizando la bomba manual del motor hasta que se expulse el aire. Una vez hecho ésto, se procede a apretar el tornillo.
7. Falla la bomba de inyección de combustible.- Se desmonta la bomba del motor y se envía para su reparación a un laboratorio especializado, con el diagnóstico se toma la decisión de reparar o comprar una nueva.
8. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Desmontar la tapa de punterías y proceder de acuerdo con lo expuesto en el párrafo E.01.c.19. del programa de mantenimiento preventivo.
9. Asientos y válvulas picadas.- Se desmontan las tapas de punterías, después se aflojan los tornillos que sujetan la cabeza para retirarla del motor, desarmando las válvulas se verifica el estado de los asientos y de la misma válvula, si no ha sido muy grave el daño se procede a asentar estas piezas con la pasta especial que existe para ello. Si no es así se mandan a rectificar, o en su defecto se substituyen las partes que ya no aceptan la rectificación. Para armar, se procede en forma inversa.
10. Obstrucción del tubo de escape.- Para la corrección de esta falla se revisa la tubería de escape para comprobar que no exista ningún objeto que este obstruyendo la salida de los gases de escape. Algunas

veces el silenciador empieza a deteriorarse por la parte interior y resulta complicado detectar la falla, por lo que hay que prestar especial cuidado cuando se revise este equipo del motor. (fig. 2)



Potencia máxima en caballos de potencia (H.P.)
Gráfica 2. Diámetros de tubería de escape en motor diesel

65

11. Pérdida de presión por la junta de la cabeza.- La reparación de este problema se resuelve siguiendo las instrucciones del párrafo E.02.b.9, hasta el desmonte de la cabeza, con lo cual queda al descubierto la junta. Se procede a cambiarla y es importante que una vez que el motor ha sido armado, se cambie el aceite del cárter y los filtros del lubricante, ya que al desarmar la cabeza pudo haberse contaminado con agua. Asimismo, se debe cambiar el agua del sistema de enfriamiento, ya que ésta debe podría estar contaminada con aceite.

13. Motor demasiado frío.- Esto es ocasionado por una falla en el precalentador el cual no está operando, revisar si alguno de sus elementos no esta funcionando y corregir o substituir la pieza según sea el caso.

14. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Detectada esta falla, se deber realizar una revisión general del motor, de acuerdo a lo expuesto en el párrafo E.01.c.25, del programa de mantenimiento preventivo, ya que pueden existir daños en otras piezas del motor, por lo general en esta falla se concluye en un ajuste general del motor.

c. Consumo excesivo de combustible:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.

2. Falla en la bomba de combustible.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.7.

3. Grado o tipo de combustible incorrecto.- Verificar el tipo de combustible para el cual fue diseñado el motor. Esto es muy común para motores de bajas revo-

luciones; ya que éstos pueden consumir combustóleo, diesel pesado o casi cualquier tipo de aceite, investigar para que tipo de combustible fué diseñado el motor, recomendando su uso.

4. Obstrucción en el tubo de escape.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.10.

5. Pérdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.

6. Motor demasiado frío.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.13.

7. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.8.

8. Asientos y válvulas picadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9.

9. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.14.

d. Humo negro en el escape.- Las causas de esta falla son las mismas que las del subinciso anterior, por lo que se deberán utilizar para la reparación las mismas indicaciones que en dicho subinciso se describen.

e. Humo azul/blanco en el escape.- Las causas de esta falla son las mismas que las del subinciso anterior, más las que a continuación se enlistan:

1. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.a.4.

2. Sobrellenado de aceite en el filtro de aceite.- Desacoplar el filtro de aceite y retirar el exceso hasta la marca que trae en el interior

3. Deflectores de aceite del vástago de la válvula dañados.- Desmontar la cabeza, desarmar las válvulas y proceder al cambio de todos los que tenga el motor, antes de que fallen uno a uno. El diseño de estas piezas les permite trabajar por lo menos 3,600 horas, pero pueden llegar a fallar antes de cumplir con el tiempo de diseño.

f. Baja presión de aceite:

1. Aceite lubricante de grado incorrecto.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.a.4.
2. Metales desgastados o dañados.- Desmontar el cárter y desensamblar las bielas, soltando los dos tornillos que tiene cada una de ellas, teniendo cuidado de observar la colocación de los números que identifican a cada una. Comprobar la excentricidad de los muñones del cigüeñal y el estado de ellos, si se encuentran en buen estado proceder al cambio de los metales y armar las bielas, respetando las indicaciones del fabricante para el apriete de los tornillos, la tolerancia entre metal y muñón. Si esto no sucede, se deberá efectuar revisión general del motor, para decidir si procede el ajuste o se ejecutan reparaciones parciales.
3. Bomba de aceite en mal estado.- Desmontar el cárter, retirar la bomba, que normalmente se sujeta con dos o tres tornillos y proceder a su substitución.
4. Filtros de aceite obstruidos.- Efectuar cambio de los filtros.
5. Cantidad de aceite insuficiente en el cárter.- Reponer el faltante, hasta alcanzar la marca de lleno en la bayoneta de medición del cárter.

g. Sobrecalentamiento:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.
2. Falla en la bomba de combustible.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.7.
3. Restricción en el tubo de escape.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.10.
4. Pérdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.
5. Fallas en el termostato.- El termostato, generalmente se localiza en la parte superior del motor, al frente, en la línea de descarga del sistema al radiador. Para desmontar retire los dos tornillos que sujetan la cubierta y retirar el termostato usado. Al introducir la poliza nueva tener la precaución de colocarla en el sentido que marca; de lo contrario continuará el sobrecalentamiento, ya que no fluirá el agua.
6. Banda de ventilador floja.- Proceder de acuerdo a lo especificado en el párrafo E.01.c.15 del Programa de mantenimiento preventivo.
7. Radiador obstruido.- Retirar el radiador del motor y enviarlo a una empresa especialista en este tipo de reparaciones, para que lo desincruste, substituya tapas o el mismo panel de acuerdo a la magnitud del daño que presente el equipo.
8. Fallas en la bomba de agua.- Las fallas más comunes que presenta la bomba son: fugas por el retén delantero, rotura del impulsor o flecha y daño a la coraza de la propia bomba. En cualquiera de los casos procédase a la substitución de la bomba por una nueva. En

6/0

el mercado se pueden encontrar bombas reconstruidas pero dada la poca calidad con la cual trabajan estas empresas no se recomienda su uso, salvo el caso de que no se pueda adquirir el equipo nuevo; como sería el caso de motores descontinuados o muy antiguos.

9. Nivel de agua demasiado bajo.- Llenar hasta la mitad del tanque superior del radiador, o hasta el segundo tercio del tanque de almacenamiento, cuando el motor posea este equipo, ya que es necesario que exista un espacio para la expansión del agua dentro del sistema.

h. Baja compresión:

1. Restricción en la admisión de aire.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.5.
2. Válvulas mal calibradas o trabadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.8.
3. Asientos y válvulas picadas.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9.
4. Perdida de presión por la junta de cabeza.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.11.
5. Anillos de pistón rotos, pegados o desgastados.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.14.
6. Resorte de válvula roto.- Proceder de acuerdo al párrafo E.02.b.9, pero sólo se desarma la válvula en la cual se detectó el resorte roto, cambiar dicho resorte, para armar, proceder a la inversa.



GRUPO CORPORATIVO INTER, S.A. DE C.V.

HACER FACT 70
1774

CLIENTE <u>UNITED Parcel SERVICE</u>	FECHA
DIRECCION <u>NUNCEN FISCALIZADO. (AEROPUESTO)</u>	<u>31/1/97</u>

SERVICIO: CORRECTIVO PREVENTIVO — GARANTIA

MARCA <u>CUMMINS</u> MÓDELO <u>4BT39-G1</u> SERIE <u>44839732</u>			
MOTOR	COND. DEL MOTOR <u>OK</u>	NIVEL D/AGUA <u>OK</u>	MARCHA <u>OK</u>
	FUGAS D/ACEITE <u>OK</u>	NIVEL D/BAT <u>OK</u>	PRECALENTADOR <u>OK</u>
	TEMP. D/AGUA <u>70°C</u>	FILTROS D/ACEITE <u>OK</u>	AJUST. D/PRECAL. <u>50°C</u>
	TEMP. D/ACEITE <u>OK</u>	FILTROS D/AGUA <u>—</u>	MANGUERAS D/" <u>OK</u>
	PRESION ACEITE <u>60-70</u>	FILTROS D/AIRE <u>OK</u>	MANGUERAS D/MOT. <u>OK</u>
	ALTERNADOR <u>OK</u>	FILTROS D/COMBUST. <u>OK</u>	LIMPIEZA <u>SE REALIZO</u>
	VAL. SOLENOIDE <u>OK</u>	AUX. D/MARCHA <u>OK</u>	PINTURA GRAL. <u>OK</u>
	OBSERVACIONES		

MARCA <u>LIND</u> MODELO <u>50kw</u> SERIE <u>AD-164225</u>			
GENERADOR Y TRANSFERENCIA	VOL. N/L1 <u>226</u>	VOL. N/L2 <u>226</u>	VOL. N/L3 <u>226</u>
	VOL. E/L1 <u>221</u>	VOL. E/L2 <u>221</u>	VOL. E/L3 <u>221</u>
	AMP. N/L1 <u>87</u>	AMP. N/L2 <u>91</u>	AMP. N/L3 <u>90</u>
	AMP. E/L1 <u>85</u>	AMP. E/L2 <u>91</u>	AMP. E/L3 <u>92</u>
	REGULADOR <u>OK</u>	AJUST. D/TRANSF. <u>OK</u>	SEÑAL D/ARRANQUE <u>OK</u>
	BALEROS <u>OK</u>	AJUST. D/RETRANSF. <u>OK</u>	SEÑAL D/PARO <u>OK</u>
	TRANSFERENCIA <u>OK</u>	AJUST. P/MOT. <u>OK</u>	SEÑAL D/PROT. <u>OK</u>
	HORIMETRO <u>00027</u>	MANT. D/CARGA <u>OK</u>	LIMPIEZA <u>SE REALIZO</u>
FRECUENCIA <u>61Hz</u>	SUP. D/VOL. <u>OK</u>	PINT. GRAL. <u>OK</u>	
OBSERVACIONES <u>SE REALIZO SERVICIO PREVENTIVO REALIZANDO REPARACIONES DE CONEXIONES ELECTRICAS Y MECANICAS. SE CHECARON PROTECCIONES, LARGO ARRANQUE, BATA</u>			

RECOMENDACIONES DEL TECNICO: PRESION, ALTA TEMPERATURA. OK
SE EFECTUARON PRUEBAS ARRANQUE, GENERACION PARO
CON CARGA Y VACIO. OK

MATERIALES USADOS: EQUIPO EN AUTOMATICO EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION

REALIZO

 FIRMA

RECIBIO

 NOMBRE Y FIRMA
J. Aguilar Martinez

71

Javier C. González G.
Gerente de Ingeniería de Planta

Prolongación 5 de Mayo No. 31
Parque Industrial Naucalpan
Naucalpan, Edo. de México
C.P. 53489
Tel.: 301 - 1730 Dir.
Tel.: 301 - 1002/1127/1980/
1597/1480/1252/1605/1730
Fax.: Ext. 272



United Parcel Service