



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA

Del 05 al 16 de Agosto de 2002

APUNTES GENERALES

CI-027

Instructor: Lic. Enrique Martínez
DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN
AGOSTO DEL 2002

**OPERACIÓN DE MAQUINARIA
PESADA**

ÍNDICE

OBJETIVO GENERAL

TEMA I. PRINCIPIOS DEL MOVIMIENTO DE TIERRA

- A) Materiales.
- B) Potencia necesaria y limitaciones de potencia.
- C) Tiempo de ciclo.

TEMA II. MEDIDAS

TEMA III. MOTORES DIESEL

- A) Historia y principios.
- B) Ventajas y desventajas.
- C) Sistema de inducción de aire.
- D) Sistema de enfriamiento, op. y conservación.
- E) Sistema de lubricación, op. y conservación.

TEMA IV. MOTOR DE GASOLINA

TEMA V. CONSERVACIÓN PREVENTIVA.

- A) Por qué la conservación, preventiva.
- B) Plan de conservación.

TEMA VI. EQUIPO.

- A) Tractores tipo oruga.
- B) Moto- conformadora.
- C) Tractores y traillas de llantas neumáticas.
- D) Equipo de pala y grúa.
- E) Accesorios.

BIBLIOGRAFÍA

OBJETIVO GENERAL

Al término del curso los participantes aplicarán las técnicas adecuadas de operación y mantenimiento que deben darse al equipo de maquinaria pesada, así como las medidas de seguridad en la operación.

TEMA I

PRINCIPIOS DEL MOVIMIENTO DE TIERRA

A) MATERIALES

B) Objetivos

1. Desarrollar la comprensión del alumno sobre la habilidad de carga de los diversos materiales.
 - a) Roca.
 - b) Tierra.
 - c) Mezcla de tierra y roca (grava).
 2. Determinar un conocimiento del peso de los materiales.
 3. Discutir las características del aumento del volumen de los materiales (expansión).
 4. Determinar la compresibilidad de los materiales.
- b) Razón: Para que nuestros esfuerzos sean eficientes, necesitamos conocer los cuatro factores principales del material y cómo enfrentarlos al problema que presenta cada uno.

PRESENTACIÓN.

- a) Abundamiento de carga ¿facilidad de cavar; facilidad de cargar?
1. Materiales rocosos: roca viva, mampostería, concreto y piedra bola.
 2. Materiales terrosos: arena, sedimentos, arcilla.
 3. Grava: combinación de roca y tierra.
- b) Peso. Que tan pesado es el material. ¿cuánto pesa?
1. Capacidades.
 2. Habilidad de maniobra del equipo cargado.

Abundamiento. ¿qué tamaño tendrá un metro cúbico de arcilla cuando es cambiada de su lugar original?

1. Libras por metro cúbico de banco.
2. Libras por metro cúbico suelta.
3. Porcentaje de abundamiento.
4. Factor de carga.

a) Metro suelta factor de carga = metro 3 de banco

b) Factor de carga = $\frac{1 \text{ m cúbico (banco)}}{\text{Tamaño de el mismo metro 3 suelta}}$

c) Compresibilidad. ¿qué debe hacerse al material para que obtenga un factor de resistencia específico?

B) POTENCIA NECESARIA Y LIMITACIONES DE POTENCIA

INTRODUCCIÓN.

- A) Finalidad del tema.
- B) Objetivo. Determinar la clase de equipo que debe usarse, cuando usarlo y la mejor forma de utilizar cada parte del mismo.
- C) Razón. Muchas veces se utiliza un equipo inapropiado, teniendo como resultado que la máquina es injustamente operada además de que se aumenta el costo de operación en tales prácticas.

PRESENTACIÓN.

A) ¿Qué es potencia?

- 1. Potencia es la energía en acción.
- 2. Potencia es una fuerza realizando trabajo a un tiempo determinado.

B) Potencia necesaria. ¿Qué potencia se necesitará para hacer el trabajo? Dos factores determinan la potencia necesaria.

1. Resistencia al rodado: Es la fuerza retardante del terreno contra las ruedas del vehículo, la cual deberá vencerse para que el vehículo se mueva y se mide en libras de tracción. La resistencia al rodado será siempre un factor determinante de la fuerza necesaria en un vehículo de ruedas. La resistencia al rodado no afecta al equipo.

- a) La resistencia al rodado se calcula normalmente tomando como constante 2% del peso del vehículo.

Ejemplo: Si el vehículo pesa 4000 libras.

R.R. = 2% por 4000.

R.R. = 80 libras de tracción en condiciones normales.

- b) La fórmula de resistencia al rodado puede ser desarrollada:

$RR = (\text{Peso del vehículo en toneladas multiplicado por el factor } RR)$

El factor RR está calculado en la carta típica que se encuentra en la página (movimientos de tierra), este factor varía con los diferentes tipos de tierras y superficies.

- c) ¿Cómo se aplica lo anterior a los vehículos de movimientos de tierra?
- d) Los tractores de oruga son afectados solamente cuando remolcan un vehículo de ruedas, en cuyo caso la resistencia al rodado de la unidad remolcada puede ser calculada.
 - 1. Empuje por tracción.
 - 2. Disminución de potencia en altas velocidades. (Problema número 1)

2. La resistencia a la inclinación o rodado en cuestas, es causada por la fuerza de gravedad, o es la fuerza de gravedad que debe vencer un vehículo para subir una cuesta. La resistencia a la inclinación o rodado en cuestas, se mide también en libras de tracción. La resistencia a la inclinación puede ser a favor o en contra del vehículo. Si esta resistencia es neutral, no es necesario considerarla.

Potencia necesaria = resistencia total = resistencia al rodado y resistencia a la inclinación.

- a) Se requiere un constante de 9 kilos por tonelada por cada 1% de inclinación al subir cuestas.
- b) Se requiere 9 kilos por tonelada por cada 1% de inclinación al bajar cuestas.
- c) Fórmula: R.I. = Peso total de la máquina y carga pro 9 kilos por tonelada X % de inclinación. (problema simple)

Potencia utilizable. ¿Cuál es el límite de la potencia de mi máquina? Dos factores afectan la potencia utilizable.

1. Tracción: La tracción es la habilidad de las ruedas o camiles de adherirse a la superficie del terreno. La tracción es siempre un factor limitante, tan ineludible como los impuestos. (problema simple).

3. Altitud: 3% de la potencia se pierde por cada 300 mts de elevación.

C) TIEMPO DE CICLO

EFICIENCIA Y PRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

A) Objetivo. Determinar cómo reducir el tiempo requerido por cada viaje y lograr más producción y aumentar la eficiencia.

B) Razón. En movimiento de tierra, el tiempo es dinero y el tiempo ahorrado es dinero efectivo.

PRESENTACIÓN.

A) Tiempo de ciclo. ¿Qué tiempo le toma a una máquina efectuar un viaje redondo?

1. Tiempo fijo. Tiempo gastado durante el ciclo para cargar y en regresar.

- a. Carga.
- b. Vaciado.
- c. Vuelta o giro.
- d. Aceleración.
- e. Desaceleración.

2. Tiempo variable.

- a. Transportación del material.
 - b. Regreso vacío.
3. Fórmula del tiempo de ciclo: tiempo de ciclo = tiempo fijo o constante y tiempo variable.
4. Fórmula del tiempo variable: tiempo variable (min)
- $$= \frac{\text{distancia en metros}}{(\text{vel. En kph.} \times (16.7) \times \text{min.} \times \text{K.H.})}$$

Ya que la velocidad, de ida y de regreso será diferente, el tiempo variable deberá computarse en ambas direcciones.

5. Por qué método se reduce el tiempo fijo o constante.
- a. Cargar en bajada cuando es posible.
 - b. Corregir la relación entre empujadores y traillas.
 - c. Equipando los empujadores con desgarradores en algunos terrenos.
 - d. Utilizando equipo de potencia adecuada para el trabajo de empujar.
6. Forma de reducir el tiempo variable.
- a. Planear cuidadosamente los caminos de acarreo.
 - b. Mantener en buenas condiciones estos caminos.
 - c. Emplear operadores hábiles.

Eficiencia. El personal y el equipo no trabaja los 60 min de una hora. La eficiencia del trabajo es una medida del tiempo que trabaja el personal y del tiempo que no trabaja.

Producción productiva - medio de mover grandes cantidades de material en forma eficiente y al precio más bajo posible.

Producción (metros banco por hora) = (viajes pro hora) x (metros banco por viaje). Esto sólo es el principio de la producción.

TEMA II MEDIDAS

INTRODUCCIÓN.

- A) Objeto. Desarrollar una comprensión de los instrumentos y estacas.
- B) Razón. Se puede ahorrar el tiempo si el operador puede interpretar lo indicado por las estacas o puede emplear los instrumentos para verificar su trabajo. Los errores con el uso de instrumentos pueden ser costosos para el contratista.

PRESENTACIÓN.

A) Trazo del trabajo.

1. Estaciones.
2. Cortes.
3. Terraplén.
4. Línea de centro.
5. Línea base.
6. Taludes.
7. Elevación.

B) Instrumentos.

1. Tránsito.
2. Nivel.
3. Nivel de mano.
4. Estadal.
5. Cintas.
6. Cadenas.

C) IMPORTANCIA DE LAS ESTACAS.

1. Trabajo requerido en el lugar.
2. La protección de las estacas representa mejores relaciones con los ingenieros.
3. El contratista se puede mover más aprisa si la información está siempre disponible.

D) Material o información en las estacas.

1. Número de estación.
2. Elevación.
3. Distancia a la línea de centro.
4. Tipo de talud.
5. Cortes y terraples.
6. Distancias y cortes.

- a) Corona.
- b) Talón de talud.
- c) Fondo de cuenta.

- d) Lado de talud.
- e) Tipo de talud.

E) Normalmente ésta es responsabilidad de los ingenieros, pero el saber interpretar estas estacas le facilitan el trabajo al operador, proporcionándole al mismo tiempo mejores relaciones con los inspectores.

COSTO DE PROPIEDAD

PROPIEDAD

A) **Objetivo.** Enfatizar el tremendo costo de propiedad del equipo de construcción y la importancia que tiene dicho equipo para su propietario.

B) **Razón.** Si comprendemos que el equipo tiene un costo tan elevado, siempre estaremos más alertas y tendremos más cuidado con las máquinas.

PRESENTACIÓN. El costo de la propiedad es lo que el propietario pagó por la máquina y lo que le cuesta tenerla en su poder y trabajando. Este costo es llamado a menudo costo fijo debido a que siempre permanece más o menos estacionario. Los puntos considerados en esta categoría, son: depreciación, intereses, seguros e impuestos.

a) **Depreciación.**

1. **Definición.** Depreciación es la disminución del valor original de compra del equipo, debido al desgaste, a un tiempo estimado de servicio en años u horas de operación.

2. Las condiciones de trabajo determinan también la tarifa de depreciación.

a) **Excelente.** Acarreos largos, buenos caminos, sin cuestas.

b) **Promedio.** Acarreos regulares cuestas moderadas, caminos en regulares condiciones.

c) **Severas.** Acarreos cortos, cuestas fuertes, caminos malos.

3. La depreciación por hora =
$$\frac{\text{Precio de compra} - \text{valor de llantas}}{\text{Periodo total de dep. en horas}}$$

b) **Intereses.** Se refiere al cargo comprendido al solicitar dinero a rédito para financiar la compra del equipo.

c) **Seguro.** Se refiere solo a los seguros directos atribuidos a una máquina determinada, tales como seguro contra daños (fuego o colisión), etc.

- d) Impuestos. Estos varían de acuerdo con el área de explotación del equipo.

COSTO DE OPERACIÓN

INTRODUCCIÓN.

- a) Objeto. Obtener un conocimiento práctico del costo comprendido en la operación del equipo.
- b) Razón. Si el operador comprende lo que representa el costo de operación, podrá ayudar mejor a reducir el costo.

PRESENTACIÓN.

El costo de operación incluye combustible, lubricantes, reparaciones y llantas. Durante este periodo estudiaremos lo relacionada a estos puntos.

- a) Combustible. Diesel
- b) Costo de combustible por hora = litros por hora por costo de litro.
- c) Combustible – gasolina.

Costo combustible pro hora = litros por hora por hora por costo – de litro.

- d) Lubricante.
1. Aceites.
 2. Grasa.
 3. Fluidos hidráulicos.
 4. Filtros.
- e) Reparaciones
1. Trabajo (mano de obra)
 2. Partes (refacciones).
- f) Llantas.

Costo de llanta por hora = Costo de reposición de llantas y cámara ENTRE horas de vida estimada de las llantas.

CALCULO DEL COSTO DE LLANTAS EN DIVERSAS SITUACIONES.

- a) Una máquina de movimiento de tierra equipada con llantas viaja en condiciones normales del punto de carga al área de volteo y viceversa. A una velocidad de 10 millas por hora (16.5 k.m.h.) debe durar 45,000 millas, o sea 4,500 horas. ¿Cuál es el costo por hora si cada llanta cuesta \$ 2,100.00?

$$\text{Costo de llanta por hora} = \frac{4 \times 2,100.00}{4,500.00} = \$ 1.87$$

b) Una motoconformadora de 6 llantas, trabajando sobre excelentes condiciones, puede esperar obtener 60,000 millas o sea 5,000 horas de trabajo a una velocidad de 6 millas por hora.

Las llantas delanteras cuestan \$ 200 Dls. Cada una y las traseras 1200 dls cada una ¿Cuál es el costo por hora de las llantas?

$$\text{Costo de llanta por hora} = \frac{(2 \times 200) + (4 \times 1,200)}{5,000} = 104/\text{hr}$$

c) El costo local de combustible diesel es de 0.19/litro.

Un tractor consume 40 litros de combustible por hora ¿Cuál es el costo de combustible por hora?

$$\text{Costo de combustible por hora} = 40 \text{ litros por hora, por } 0.19 = \$ 7.60 \text{ por hora.}$$

TEMA III MOTORES DIESEL

A) HISTORIA Y PRINCIPIOS

INTRODUCCIÓN

- A) Objetivo. Iniciar el estudio del motor Diesel.
- b) Razón. Proporcionándole los principios el estudiante puede familiarizarse más fácilmente con todo lo relacionado a los motores Diesel.

PRESENTACIÓN.

B) VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A) Ventajas de los motores Diesel.

1. Poco consumo de combustible.
 2. Combustible más económico.
 3. Economía en el manejo de cargas ligeras.
 4. Mayor seguridad.
- a) El combustible no arde fácilmente.
 - b) Los gases de escape tienen muy poco monóxido de carbono.
5. Economía en tamaños pequeños.
 6. Economía en servicio.
 7. Independencia del suministro de agua.
 8. Ligereza y compactibilidad.
 9. Arranque inmediato.
 10. Fácilmente reversible.
 11. Económico en trabajo.
 12. Muy seguros en su trabajo.

B) Desventajas de los motores Diesel.

1. Costo.
2. Peso.
3. Costo de combustible.
4. Espacio necesario.
5. Mantenimiento
6. Por las razones siguientes se prefieren otras formas de motores para usos tales como:
 - a) En aeroplanos, los motores de gasolina son ligeros.
 - b) En automóviles, los motores de gasolina son más baratos.
 - c) En plantas eléctricas, las turbinas de vapor ocupan menos espacio, requieren menos atención y pueden usar combustible más barato.

- C) Origen y desarrollo del motor Diesel.
1. Rudolf Diesel (alemán).
 - a) Creador del motor de encendido propio, de alta compresión por el que recibió patente en 1892.
 - c) El motor original debía quemar polvo de carbón.
 2. Los motores comerciales primitivos construidos bajo esta patente y usando combustible líquido, fueron construidos en Alemania y Estados Unidos en 1898, llamándoles motores Diesel.
 3. Los motores Homsby-Ackroyd, comprimían una mezcla de combustible y aire la cual entraba en contacto con una pared caliente en la cámara de combustión.
 4. Los modernos motores Diesel, son prácticamente una derivación de estos dos sistemas.
- d) Dos tiempos y cuatro tiempos.
1. Cuatro tiempos:
 - a) Admisión.
 - b) Compresión.
 - c) Explosión
 - d) Escape.
 2. Dos tiempos.
 - a) Tiene dos válvulas de escape.
 - b) No tiene válvulas de admisión.
 - c) Necesitan soplador.
 - d) Las paredes de los cilindros tienen lumbreras.
- e) Clasificación de los motores.
1. Tiempos de operación.
 - a) Cuatro tiempos.
 - b) Dos tiempos.
 2. Acción de los émbolos.
 - a) Acción sencilla, desarrollan potencia solo en la carrera de explosión.
 - b) Acción doble, utiliza las dos fases de émbolo para desarrollar potencia, tanto en la subida como en la bajada del émbolo.
 - c) Émbolos opuestos.
 3. Conexiones de los émbolos:

- a) Embolo abierto.
 - b) Tipo transversal.
4. Arreglo de cilindros:
- a) Cilindros en línea.
 - b) En V:
 - c) Plano.
 - d) Radial.
5. Velocidad, la mayoría del equipo de construcción trabaja dentro de la relación de velocidad media, la cual está incluida entre 350 a 1200 R.P.M.
- F) Tipos en uso:
- 1. Gummins.
 - 2. G.M.
 - 3. Caterpillar.

C) SISTEMAS DE INDUCCIÓN Y ESCAPE DE AIRE.

INTRODUCCIÓN.

A) Objetivo. Este sistema en particular origina tantos gastos como cualquier otra parte de un motor Diesel. Durante este periodo de instrucción, discutiremos las causas de fallas por ciudadano inadecuado y señalaremos la necesidad del cuidado apropiado.

B) Razón. Aumentar la atención a estas tareas menores que traerá como resultado una disminución de gastos.

PRESENTACIÓN.

A) Sistema de admisión de aire.

1. Purificador de aire.

a) Filtros secos:

- (1) Tela.
- (2) Filtro.
- (3) Cambiarlos antes que se contaminen.

b) Filtros de baño de aceite.

- (1) El tipo más común en uso.
- (2) Las partículas de polvo pasan a través de aceite.
- (3) Las partículas gruesas pasan al recipiente.
- (4) El aire pasa después por el material filtrante.

- (5) El aceite debe cambiarse regularmente.
- c) Agua.
- (1) Utilizada más frecuentemente en motores estacionarios.
- (2) El aire pasa a través de cortinas de aire.

2. Silenciadores de admisión.

- a) Forzan al aire a pasar a través de una serie de pasajes y cámaras de expansión.
- b) Utilizan materiales absorbentes de sonido en la cámara de admisión.

3. Puntos que deben recordarse del sistema de admisión.

- a) Vaciar el recipiente del purificador antes de que se llene.
- b) Lavar el pre-purificador con agua jabonosa.
- c) Cambiar el aceite cuando de muestras de estar sucio.
- d) Lavar las rejillas cada 60 a 240 horas, dependiendo de las condiciones de trabajo.
- e) Quitar el polvo acumulado en el tubo de admisión del purificador. Esto restringe la entrada de aire reduciendo la potencia del motor.
- f) Cuando se trabaje en condiciones muy polvosas, use tubos de extensión para evitar la entrada de polvo.
- g) Siempre que sea posible, colóquese la máquina contra el viento evitando la entrada de polvo.

Sistema de escape.

- 1. Debe evitarse la entrada de lluvia.
- 2. Mantener todas sus conexiones apretadas.
- 3. No utilizar tubos de menor diámetro.
- 4. Use tubo flexible cuando tengan que doblarse.
- 5. No conectar tubo de escape del motor principal al de arranque, pues este puede dañarse seriamente.

MANTENIMIENTO

INTRODUCCIÓN

A) **Objetivo.** El motor Diesel es capaz de realizar grandes trabajos. El mantenimiento correcto del motor prolongará su vida y aumentará la producción. Discutiremos los métodos utilizados para lograr un mejor mantenimiento en los diversos sistemas.

B) **Razón.** El mantenimiento de un motor parece no tener importancia cuando este funciona correctamente. Las fallas son resultado de poco o ningún mantenimiento. El motor así como la máquina que mueve, no tendrán valor para su propietario ni para su operador si no puede producir.

D) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

INTRODUCCIÓN

A) **Objetivo.** Proporcionar a los estudiantes los principios básicos del sistema de enfriamiento de un motor Diesel, en lo relacionado a radiadores, termostatos y bombas de agua.

B) **Razón.** El reducir el calor en los motores Diesel, significa prolongar la vida del equipo y aumentar el valor económico del propietario.

PRESENTACIÓN.

A. Principios básicos.

1. Enfriar el motor a una escala normal de operación.
2. Bombear el agua a las áreas que lo necesitan.
3. Mantener una temperatura constante en el motor.
4. Más o menos una tercera parte de la energía disponible en el combustible usado en los motores Diesel, es convertida en trabajo utilizable.
5. Las dos terceras partes restantes de la energía, se disipan a través de los siguientes puntos: a) radiadores, b) escapes, c) radiación del motor.
6. Ya que gran parte del desperdicio es liberado por el sistema de enfriamiento del motor, es importante mantener un buen sistema de enfriamiento.

B. Causas de fallas en el sistema de enfriamiento.

1. Los ingredientes de falla siempre están presentes.

- A) Agua.
- B) Aire.
- C) Hierro.

2. Cuando estos elementos se combinan siempre se formará:

- A) Herrumbre.
- B) Corrosión.
- C) Incrustaciones.

C. La buena conservación.

- A) Mantiene separadas estas sustancias y retarda la formación de productos destructores.
- B) El agua debe ser limpia y naturalmente liviana o ablandarse químicamente para evitar depósitos de incrustaciones mayores.
- C) Cuando menos a intervalos frecuentes, deben sacarse las placas limpiadoras a fin de quitarle las incrustaciones mayores.
- D) Mantener siempre completo el nivel de agua.

D. No hay lugar para el aire en un buen sistema de enfriamiento.

1. El aire y el agua originan la corrosión.
 2. Las conexiones flojas en mangueras o bombas permiten el paso de aire al agua.
 3. El exceso de aire forzará al agua a salir por el tubo de alivio, reduciendo la capacidad del sistema de enfriamiento y originando la corrosión rápidamente.
 4. Los gases de escape pasando al sistema de enfriamiento.
- a) Forman ácidos destructores.
 - b) Aceleran la formación de herrumbre.

E. Las bandas del ventilador son importantes.

1. Causas de sobrecalentamiento del motor.

- a) Radiador tapado.
 - b) Banda floja.
2. Ajustar la tensión de la banda.
- a) Consultar el manual del operador.
 - b) Regla del dedo. La banda tiene su tensión correcta cuando puede ser presionada con el dedo una distancia igual de su grueso.

F. Radiadores.

1. Manténgase el radiador limpio.
2. Drénese y lávese regularmente el sistema de enfriamiento.
3. Mantenga a nivel el agua.
4. Cuando ocurran daños, repárese rápidamente.

G. Termostato.

1. La temperatura es importante para la duración del motor.
2. Las bajas temperaturas dañan al motor.
3. El termostato asegura una temperatura suficientemente alta.
4. Deben hacerse revisiones regulares para determinar la condición del termostato.

H. Bombas de agua.

E) LUBRICACIÓN

INTRODUCCIÓN

A) **Objetivo.** Recalcar la necesidad e la lubricación apropiada a fin de que se de al equipo una duración adicional y se disminuyan las reparaciones.

B) **Razón.** Reduciendo el tiempo de permanencia del equipo en el taller se aumenta la producción de la máquina y sus beneficios, no solo para el propietario, sino también para el operador.

PRESENTACIÓN.

A) Objeto Básico.

1. Principio de la lubricación.

- a) Reducir a un mínimo la pérdida de potencia para producir movimiento.
- b) Evitar el desgaste excesivo por la fricción de un objeto en movimiento y sus partes soportes o rodamientos.
- c) Evitar la generación de calor excesivo por la fricción de un objeto en movimiento en sus superficies de rodamiento.

2. Tipos de fricción, causas y efectos.

a) Fricción deslizante.

- (1) Ningún objeto está perfectamente pulido.
- (2) Producen grandes cantidades de calor.

b) Fricción de rodamiento.

- (1) Resistencia al rodamiento de cuerpos esféricos o cilíndricos.
- (2) La resistencia es menor que la de la fricción deslizante.
- (3) El calor generado por la fricción de rodamiento, es mucho menor que el calor generado por la fricción deslizante.

c) Fricción fluida.

(1) Resuelta de dos propiedades.

- a) Adhesión.- Propiedad que origina que una sustancia se pegue a otras sustancias.
- b) Cohesión. Propiedad que origina que las partículas de una sustancia se peguen entre sí.

(2) La fricción fluida ocurre cuando dos sólidos uno en movimiento relativo al otro, están separados por un fluido.

(3) La cantidad de calor generado por la fricción de rodamiento es considerablemente menor que los dos tipos de fricción antes mencionados.

(4) La cantidad de trabajo necesaria para vencer la fricción fluida es mucho menor que la necesaria para vencer todos los tipos de fricción.

3. Métodos para reducir la fricción.

- a) Utilización de metales pulidos para reducir la fricción deslizante.
- b) Hacer los rodillos de sustancias endurecidas para evitar la deformación.
- c) Substituir los métodos de rodamiento por los métodos de deslizamiento.
- d) Substituir los métodos anteriores por el método de fluido.

4. Propiedades fundamentales del lubricante.

- a) Adhesivo.
- b) Cohesivo.
- c) Relación de flujo o viscosidad.
- d) Anticorrosivo.
- e) No contener sustancias químicas dañinas.

Nota: ¿Si logramos mantener el aceite sin contaminarse, perderá sus propiedades básicas?

5. Características de los lubricantes.

a) Lubricación del motor y aceites lubricantes de motor.

- (1) Lubricación (discutida anteriormente).
- (2) Enfriamiento del aceite del motor.

- a) Camisas de agua.
- b) Radiadores o enfriadores de aceite.
- c) Cubeta de aceite donde se enfría.

(3) Sellado. Evita el desgaste y sirve de sello entre el pistón y las paredes del cilindro.

(4) Barrido.

- a) Extrae el polvo y la mugre.
- b) Evita los depósitos de carbón.

B) Lubricación de engranes y aceite para engranes.

- (1) Protege a los dientes del engrane contra desgaste.
- (2) Disipa el calor generado en la caja de velocidades.
- (3) Protege las partes metálicas de la corrosión.
- (4) Ejecuta estas labores por periodos largos.

C) Aceites hidráulicos y lubricación de equipo hidráulico.

- (1) Baja viscosidad con poco o ningún cambio.
- (2) Debe ser antiespumante.
- (3) Anticorrosivo.
- (4) Sellador.

Nota: Aceite mineral con ciertos compuestos para proporcionar estabilidad.

D) Grasas.

- (1) Composición.
- (2) Sellado.

- (3) Reduce la fricción.
- 6. Propiedades lubricantes.
 - a) Gravedad. Medida de peso por unidad.
 - b) Punto bajo.
 - c) Residuos de carbón.
 - d) Viscosidad. Resistencia al flujo.
 - e) Índice de viscosidad. El cambio de viscosidad del aceite debido al cambio de temperatura.
 - f) Punto de inflamación.

B. Filtraje.

- 1. Sistema de combustible.
- 2. Aceite de motor.
- 3. Cajas

C. Elementos de filtro.

- 1. Tipos.
- 2. Mantenimiento.

REPASO

- a) Fin básico.
- b) Lubricante y sus propiedades.
- c) Filtros.
- d) Elementos de filtro.

TEMA IV

MOTORES DE GASOLINA

A) HISTORIA Y PRINCIPIOS

INTRODUCCIÓN

A) **Objetivo.** Determinar la diferencia en operación y funciones de los motores de gasolina y Diesel.

B) **Razón.** Algunas máquinas tienen motores de gasolina. Por lo tanto debemos conocer los principios de funcionamiento de los motores de gasolina a fin de poder resolver mejor los problemas de servicio y conseguir una mayor duración de estos motores.

PRESENTACIÓN.

A) **Proyecto y Operación.**

1. Introducción general.
2. Sistema de combustible.

- a) Carburador.
- b) Múltiple de admisión.
- c) Bomba de combustible.

3. Sistema de encendido.

- a) Bujías.
- b) Platinos.
- c) Distribuidor.
- d) Bobina.
- e) Magneto.

4. **Lubricación.** Este sistema es muy parecido al sistema de lubricación del motor Diesel.

5. Sistema de enfriamiento.

6. Inducción de aire.

a) **Purificado**

- (1) Colocado en el carburador.
- (2) De baño de aceite.
- (3) De filtro seco.

b)

- (1) Mezcla el aire con gasolina
- (2) Controla la cantidad de aire y combustible, que llega a la cámara de combustión.

- c) Múltiple de admisión.
 - (1) Conectado directamente al carburador.
 - (2) Lleva la mezcla a los cilindros.

- B) Conservación.
 - 1. Programa de inspección y conservación.
 - 2. Sistema de combustible.
 - 3. Lubricantes.
 - 4. Sistema de enfriamiento.
 - 5. Sistema de inducción de aire.
 - 6. Sistema de escape.

TEMA V

CONSERVACIÓN PREVENTIVA.

INTRODUCCIÓN.

A) Objetivo.

1. Determinar los tipos de programas en operación.
2. Sugerir un método de conservación preventiva que puede ponerse en operación.
3. Discutir las ventajas y desventajas de cada programa.

b) Razón. Creemos que los programas de C.P., cuando son instalados y supervisados apropiadamente, ayudarán a reducir el costo de reparación, aumentarán la duración del equipo y aumentarán la capacidad de la organización.

PRESENTACIÓN.

A) Por qué la conservación preventiva.

1. Proporciona una revisión continua del equipo.
2. El costo puede ser reducido si los defectos se corrigen y no se les permite alcanzar una etapa destructora.

B) Plan recomendado.

1. Hojas de revisión para mantenimiento.

- a) Horario de mantenimiento.
- b) Puntos a revisar.

2. Registro de reparación.

- a) Fecha.
- b) Reparaciones actuales.
- c) Costo de refacciones.
- d) Tiempo requerido.
- e) Tiempo descompuesto.
- f) Observaciones.

3. Recordatorio diario del operador.

- a) Fecha.
- b) Máquina.
- c) Unidad No.
- d) Lubricantes y aceites.
- e) Horas de trabajo.
- f) Ajustes o reparaciones recomendadas.

4. Registro de control.

- a) Lista diaria de horas de operación de cada unidad.
- b) Indicación de cuando se realiza cada revisión.

5. Hoja de datos mensuales. Este registro es usado principalmente para determinar la producción real de una pieza de equipo determinada.

TEMA VI EQUIPO

A) TRACTOR DE ORUGAS

A) APLICACIÓN.

1. Operación de trailla.
2. Empujador.
3. Hoja de empuje.
4. Pluma lateral.
5. Tractor de rodillos.
6. Auxiliar de cargadores.
7. Escarificador.
8. Auxiliar de arados.
9. Cargador.

B) Problemas.

1. Banda de oruga floja.
2. Ajuste de embrague de dirección.
3. Ajuste de frenos.
4. Pernos de tensión de banda.
5. Rueda loca, catarinas y rodillos.

C) Consejos de operación.

1. Operación de controles de fricción.
 2. No forzar el motor.
 3. Al abandonar la máquina colocar la palanca de cambios en neutral y asegurar el embrague.
 4. Planear el tiempo de ciclo.
- #### D) Técnicas básicas y características únicas.

1. International.
2. Allis-Chalmers.
3. Caterpillar.
4. Euclid.

B) MOTO CONFORMADORA.

A) Aplicación.

1. Cortes de zanjas profundas.
2. Principio de cortes de zanjas.
3. Camellones.
4. Limpieza de zanjas.
5. Corte de taludes.
6. Acabado de taludes.

7. Fondos de zanja planos
8. Corte de taludes altos.
9. Conservación de superficies.

- a) Caminos de tierra.
- b) Caminos de grava.
- c) Caminos de acarreo.

10. Escarificación.
11. Mezcla de compuestos.
12. Arado de nieve.
13. Terracerías.

B) Problemas

1. Ajuste apropiado de embrague.
2. Ajuste apropiado de controles.
3. Colocación apropiada de la cuchilla.
4. Uso de aditamentos adicionales.
5. Filos de corte.
6. Evitar la vibración.

C) Consejos de operación.

1. Mantener ángulo suficiente en la cuchilla para evitar que se pare el motor.
2. Operación de todos los controles.
3. Saber en donde está la cuchilla, cual es la mejor posición para el trabajo que se va a realizar.

C) Características.

1. Allis Chalmers.
2. Adams.
3. Galion.
4. Austin-Western.
5. Caterpillar.

C) TRACTOR DE LLANTAS NEUMÁTICAS Y TRAILLA.

A) Aplicaciones.

1. Remolque de rodillos.
2. Arrastre de tanques de agua.
3. Arrastre de traillas.
4. Arrastre de carros de bolteo.

TRACTORES DE DOS RUEDAS.

- A) Arrastre de traillas.
- B) Empuje de unidades transporte de agua.

- C) Arrastre de carros de volteos.
- D) Arrastre de rodillos.

B) Problemas.

- 1. Dirección.
- 2. Roturas de cables.
- 3. Falla de llantas.

C) Consejos de operación.

- 1. Cuando gire el vehículo, asegúrese de liberar la tensión de los cables.
 - 2. La velocidad es más peligrosa en tractores de dos ruedas.
 - 3. Mantener una distancia de seguridad entre las unidades de acarreo.
 - 4. Mantener la cuchilla cerca del suelo.
- a) Centro de gravedad más bajo.
- b) Tener un freno en caso de emergencia.
5. Evitar el golpeo de la cola.

PLUMA, EQUIPO PARA LEVANTAMIENTO.

- Grúa.
- Retroexcavador.
- Pala.
- Draga.
- Cucharón de almeja.

A) Antecedentes.

- 1. El tipo más antiguo de equipo para manejo de material de construcción.
- 2. Muy poco cambio en el diseño básico en 20 años y no se espera mucho cambio en los siguientes 20 años.
- 3. William S. Otis es el que tiene el crédito como el primer diseñador de estas máquinas.
- 4. Algunas son pequeñas para trabajos especiales.
- 5. La mayoría de las palas son de entre 3/8 a 2 1/2 yardas cúbicas.
- 6. Algunas son mayores hasta de una capacidad de 50 yd. Cu. Generalmente estas máquinas son movidas eléctricamente.

RODILLOS

A) Tipo.

- 1. Neumático.
- 2. Rejilla.
- 3. Plano.

B) Consejos de operación.

1. Pata de cabra.

- a) Mantener un nivel completo de agua para evitar herrumbre.
- b) Mantenerlos limpios para obtener su máximo de trabajo.
- c) Lubricación apropiada.
- d) Virajes apropiados, son muy importantes.

2. Neumáticos.

- a) No sobrecargar la unidad.
- b) Mantener su presión de aire adecuada.
- c) Quitarle todo el lodo para evitar su pronto desgaste.
- d) Mantener los cojinetes y lubricarlos cuando lo necesiten.
- e) Los virajes son muy importantes.
- f) Las piedras son peligrosas para las llantas.

3. Rejillas.

- a) Quitarles todo el lodo.
- b) Lubricarlas apropiadamente.
- c) No hacer virajes muy cortos.

3. Ruedas planas.

- a) Mantener todos los tambores llenos de agua.
- b) Lubricarlos apropiadamente.

CAMIONES DE VOLTEO.

A) Consejos de operación.

- 1. Mantener el nivel apropiado en el sistema hidráulico.
- 2. Asegurarse que todos los tornillos están bien apretados.
- 3. Los protectores de coladeras son muy necesarios.
- 4. Límpiase y aceitese la caja cuando no se use.
- 5. Límpiase todas las articulaciones de cadena.
- 6. Téngase los espejos en buenas condiciones.

B) Conservación.

PESO DE LOS MATERIALES

MATERIALES	KGS. POR M3 EN BANCO	PORCENTAJE DE EXPANSIÓN	FACTOR DE CONVERSIÓN	KGS. POR M3 MAT. SUELTO
ESCORIA	720	40-50	0.72-0.65	468-516
ARCILLA SECA	1620	40	0.72	1170
ARCILLA MOJADA	2100	40	0.72	1500
CARBÓN ANTRACITA	1560	35	0.74	1140
CARBÓN BITUMINOSO	1350	35	0.74	990
TIERRA COMÚN SECA	1020	15035	0.87-0.74	750
TIERRA COMÚN MOJADA	2340	25	0.80	1680
GRAVA SECA	1470	10-15	0.87-0.74	750
GRAVA MOJADA	2340	30	0.91-0.87	2130
YESO	2580	30	0.77	1980
MINERAL DE HIERRO	2760	18	0.85	2340
PIEDRA CALIZA	2640	65	0.60	1590
ARENA SECA	1320-2040	10-15	0.91-0.87	1140-1860
ARENA MOJADA	1470-2340	10-15	0.91-0.87	1290-2130
PIEDRA ARENOSA	2400	65	0.60	1440
PIZARRA	2640	65	0.60	1590

Nota: Cuando se cargan traillas, el factor de expansión será más o menos .10 mayor que el anotado por ser la carga mas compacta.

ABUNDAMIENTNO

Metros cúbicos sueltos X factor de abundamiento – Metros de banco.

El factor de abundamiento se encuentra en la fórmula siguiente:

Si 1 m³ de arcilla es igual a 1.40 m³ de arcilla.

(estado neutral; banco) (estado suelto)

Entonces 1 m³ de arcilla es igual a $1.00 = 0.72$ m³ de arcilla en estado neutral.

Encuentre el factor de abundamiento del mineral de hierro, si tiene una expansión de 18%.

Determine el número de metros en banco que se está acarreado si tenemos una trailla con 20 m³ cúbicos sueltos de mineral de hierro.

Kilos por metro cúbico suelto = kilos por metro cúbico de banco, or fac. y abund.

Ejemplo: La piedra caliza pesa 2640 kg. Por metro cúbico de banco.

El factor de abundamiento de la piedra caliza es 0.60

¿Cuál es el peso de un metro cúbico de piedra caliza?

Peso de 1 m³ de piedra caliza = 2640 X 0.60 = 1590 kg.

Encuentre el peso de un metro cúbico suelto de arcilla húmeda si el factor de abundamiento es 0.72 y el metro de banco pesa 2100 kg/m³.

RESISTENCIA AL RODADO.

Resistencia al rodado – (peso del vehículo en Tons.) C factor de resistencia al rodado en kg. por tons.

Ejemplo: ¿Cual es la resistencia al rodado de un automóvil Packard cuyo peso es de 2500 kg. si se encuentra en una calle pavimentada cuyo factor de resistencia al rodado es de 20 kg. pro tonelada?

$$\text{Resistencia al rodado} = \frac{2500}{1000} \times 20 \text{ kg}$$

$$\text{R.R.} = 2 \frac{1}{2} \text{ Tons} \times 20 = 50 \text{ kg. de tracción adicional.}$$

FACTORES TIPICOS DE RESISTENCIA AL RODADO

TIPO DE CAMINO:

Duro y llano (concreto o asfalto).

No cede bajo el peso.....20 kg/Ton.

Firme, ligeras ondulaciones (grava o macadam).....30kg/Ton.

Apreciablemente flexible bajo el peso. Arcilla dura de las llantas entre 2 y 3 centímetros.....45 kg/Ton.

Tierra, muy flexible bajo el peso, penetración.

Aproximada de entre 10 y 15 cms. De llantas.....68 kg/Ton.

Tierra blanda, barriales o arenales.....100 a 200 kg/Ton.

¿Cuántos kilos de tracción se requerirán para mover el automóvil sin rueda sobre arena cuyo factor R.R. es de 150 kg/Ton?

¿Cuál será la resistencia al rodado de un tractor de orugas remolcando una trailla (vacía) en un camino suelto y polvoso, con considerable flexibilidad bajo carga. El tractor pesa 20,000 kg. y la trailla 15,000 kg. recuerde que el peso del tractor no debe considerarse.

RESISTENCIA AL RODADO EN CUESTA.

Resistencia al rodado = (peso total de la máquina / carga en tons). X (10 kg. tons) x % de cuesta.

La resistencia al rodado en cuestas ha sido establecida como 10 kg. por toneladas por cada 1% de pendiente.

¿Cuál es la resistencia al rodado en cuestas, de un tractor con llantas neumáticas y trailla, cargada a una capacidad de 25,000 kg?. La unidad pesa 23,000 kg. y encuentra una pendiente de 4%.

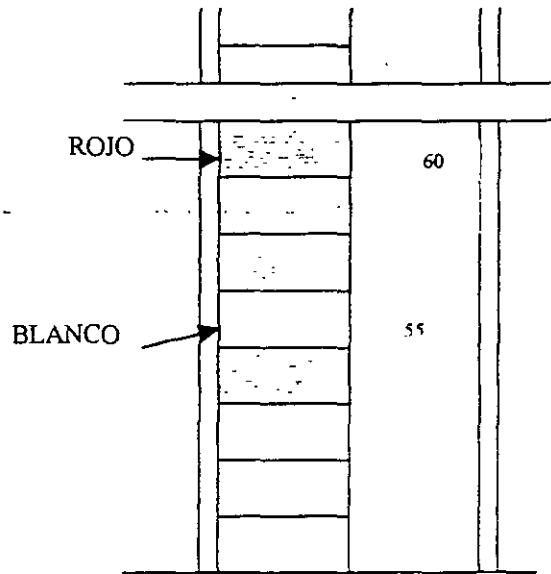
$$\text{Grado de resistencia} = \frac{25,000 / 23,000}{1000} \times 10 \text{ kg/Ton} \times 4\%$$

$$\text{R.R. en C.} = 48 \times 10 \times 4 = 1,920 \text{ kg. de tracción.}$$

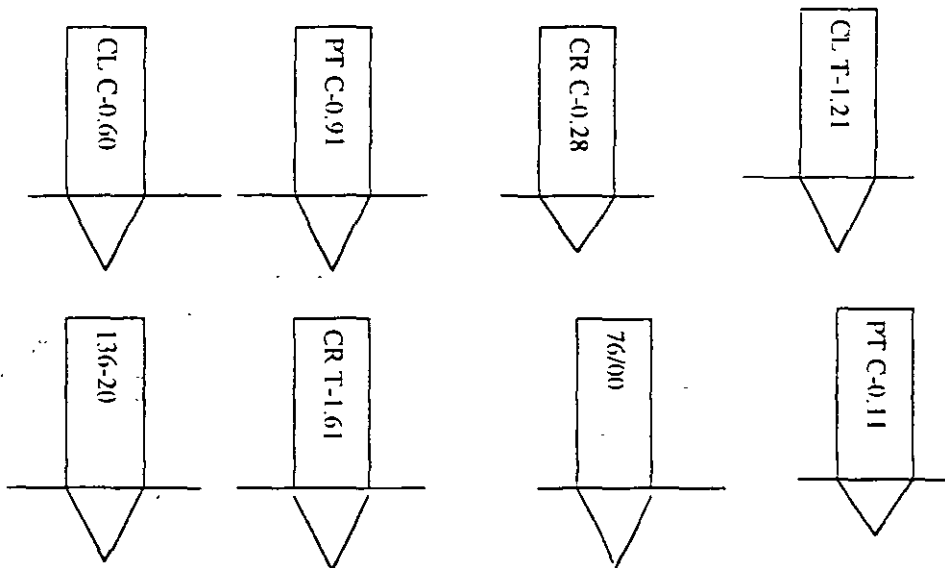
Resistencia total = resistencia al rodado / resistencia al rodado en cuesta. Utilizando el problema anterior determina la resistencia total.

Determine la resistencia al rodado en cuestas de un tractor oruga con un peso de 40,000 kg. remolcando una trailla con un peso de 17,500 kg. cargada a una capacidad e 28,000 kg. subiendo una cuesta.

GRADUACIONES DEL
ESTADAL



IDENTIFICACIÓN DE ESTACAS



Todas las estacas están referidas a bancos de Nivel o Puntos de Referencia.

RENDIMIENTO DE EXCAVADORA CON DRAGA (EN M3) DE ARRASTRE							
Capacidad del cucharón en yardas cúbicas.							
MATERIAL	1	1 3/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3
TIERRA O ARCILLA	123 2.04	149 2.48	169 2.82	188 3.13	203 3.38	234 3.90	268 4.46
ARENA GRAVA	119 1.98	142 2.36	161 2.69	180 3.00	195 3.25	226 3.77	260 4.34
TIERRA COMÚN	103 1.72	126 2.10	146 2.43	161 2.68	176 2.93	203 3.38	234 3.90
ARCILLA DURA	84 1.40	103 1.72	126 2.10	138 2.30	150 2.50	176 2.93	207 3.45
ARCILLA PEGAJOSA Y MOJADA	57 0.95	73 1.21	84 1.40	100 1.67	111 1.85	134 2.24	161 2.68

Estas cifras deben aumentarse 10% para equipos con convertidores de torsión.

Número superior – metros cúbicos de banco / hora.

Número inferior – metros cúbicos de banco / min.

RENDIMIENTO DE PALAS MECÁNICAS								
GIRO DE 90° HORA DE 60 MIN.								
CAPACIDAD DEL CUCARÓN EN YD 3	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	2 3/4
TIERRA HÚMEDA O ARCILLA ARENOSA LIVIANA	126 2.10	157 2.62	191 3.19	218 3.63	245 4.09	272 4.54	333 5.55	356 5.94
ARENA Y GRAVA	119 1.98	153 2.55	176 2.93	207 3.45	230 3.83	253 4.22	322 5.37	345 5.75
TIERRA COMÚN	103 1.72	134 2.24	161 2.68	184 3.07	207 3.45	230 3.83	291 4.85	310 5.16
ARCILLA DURA	89 1.48	111 1.85	138 2.30	161 2.69	172 2.87	203 3.38	256 4.27	276 4.60
ROCA, BIEN FRAGMENTADA	73 1.22	96 1.60	119 1.98	138 2.30	157 2.62	176 2.93	230 3.83	245 4.08
EXCAVACION CON PIEDRA Y RAÍCES	61 1.02	80 1.33	100 1.67	119 1.98	138 2.30	153 2.55	207 3.45	222 3.70
ARCILLA MOJADA Y PEGAJOSA	54 0.90	73 1.22	92 1.53	111 1.85	126 2.10	142 2.37	192 3.20	207 3.45
ROCA, MAL FRAGMENTADA	38 0.63	57 0.95	73 1.22	88 1.47	107 1.78	123 2.05	165 2.75	180 3.00

Estas cifras pueden aumentarse en un 10% para palas equipadas con convertidor de torsión.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Operación de Equipo de Maquinaria Pesada del Centro de Adiestramiento de Operadores (CAO) 1959.