



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

FALLA DE ORIGEN

LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION  
SU MANTENIMIENTO Y CONTROL

T E S I S

Que para obtener el Título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P r e s e n t a  
ELIAS MACEDO TEMPLOS

Asesor: Ing. Fco. Raúl Ortiz González

San Juan de Aragón Edo. de Méx.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**LOS CIENTIFICOS EXPLORAN  
LO QUE ES Y LOS INGENIEROS  
CREAN LO QUE NUNCA HA SIDO.**

**THEODOR VON KARMAN**

**DEDICATORIA**

A la memoria de mi padre:

Sr. Leopoldo Macedo García

A mi madre:

Sra. María Templos Ramírez

A mis hermanos

**AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de tesis:

Ing. Fco. Raúl Ortiz González

A mis profesores

A mis amigos

**A LOS SRES. PROFRS. DEL JURADO**

**Al pueblo de México**

**PERO SOBRE TODO A DIOS GRACIAS.**

**LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION**

**SU MANTENIMIENTO Y CONTROL**

**Elias Macedo Templos.**

## P R E F A C I O

La presente tesis fue elaborada con el vehemente deseo de ser útil a los estudiantes y profesionistas de la industria de la construcción, aunque como se observará más adelante, los conocimientos aquí descritos sirven también en la organización industrial, ya que los estudios y análisis que aquí se proponen, enmarcan los lineamientos necesarios para llevar un excelente control administrativo y operacional del mantenimiento de la maquinaria.

Reduciendo considerablemente fuga de capital por el mal uso de los equipos, lo que evoca a la recuperación de los recursos tanto económicos como humanos, ya que sin esto su impacto social y ambiental iría en decremento.

En el capítulo I se definen los conocimientos necesarios para interpretar los alcances organizativos y de control operacional, de los tipos de mantenimiento utilizados en la maquinaria y/o equipos para construcción, se clasifican los equipos según su tamaño y su uso con el fin de que el lector encuentre una idea del equipo que puede administrar.

En el capítulo II se describe la utilización de las cartas de control, la programación del equipo, se incluye la forma de proformar los equipos y se enuncian los requerimientos mínimos, con los que debe contar un Departamento de Ingeniería de Mantenimiento.

En el capítulo III se esboza la funcionalidad de los laboratorios de análisis de aceite, las camionetas de apoyo al Departamento de Mantenimiento, así como la importancia de los lubricantes, su utilización y consecuencia por la

falta de éstos en la maquinaria, se incluye también un inciso que habla de la seguridad industrial ya que los accidentes imprudenciales, por parte de los trabajadores y el poco interés de los ingenieros a cargo de los equipos suelen ser de gran consideración, ya que afecta tanto a la administración como a las personas encargadas de efectuar el mantenimiento de las máquinas.

Se penso premeditadamente dejar en el capítulo IV, ejemplificaciones de los análisis de los costos directos de la maquinaria utilizada en obra, su rendimiento y la descripción de como seleccionar equipos para una correcta utilización de los costos originados por la utilización de la maquinaria en las -- obras públicas y privadas.

Por último se deja un apéndice para concentrar un glosario de términos técnicos, tablas de mayor uso en la Ingeniería de Mantenimiento, se da también una bibliografía para poder profundizar en los temas y se evalua la tesis a través de las conclusiones.

Con lo anterior descrito me queda la esperanza de que esta tesis sea de gran interés a los estudiantes y profesionistas que desarrollen estudios o actividades afines.

### **OBJETIVO GENERAL DE LA TESIS**

Definir los conocimientos fundamentales sobre los tipos, funciones y organización del mantenimiento, utilizando programas de mantenimiento preventivo, gráficas de control y estimación de costos, obteniendo con ello el máximo aprovechamiento de la maquinaria, ahorro de combustible, prevención de la contaminación por combustibles, abatimiento de costos y calidad en la obra civil.



## I N T R O D U C C I O N

Toda maquinaria en operación sufre un desgaste normal, ocasionado por la fricción entre las partes metálicas de sus componentes al encontrarse en movimiento, dicho desgaste, es particular en cada máquina de cada compartimiento, es decir, que las curvas de desgaste en función del tiempo, son únicas en cada caso, por ello con un seguimiento periódico de análisis es posible saber el comportamiento, estadístico normal, pudiendo observarse con claridad el momento en que algún elemento metálico se eleva considerablemente indicando una posible falla próxima. Por esta razón es conveniente realizar muestreos periódicos y analizar los metales de desgaste que se consideran de mayor importancia como son: cobre (Cu), hierro (Fe), cromo (Cr), aluminio (Al), silicio (Si) y plomo (Pb), dichos componentes son los que proporcionan mayor información acerca del estado de los conjuntos lubricados, el silicio (Si), es un elemento no metálico el cual muestra la contaminación en el aceite por polvo o tierra, siendo un parámetro importante a determinar puesto que al encontrarse en exceso acelera considerablemente el proceso de desgaste.

## INDICE

	Pág.
Prefacio.....	4
Objetivo de la Tesis.....	6
Introducción.....	7

### CAPITULO I

#### - Generalidades del Equipo de Construcción

1) Aspectos Generales del Equipo de Construcción.....	11
1.1) Falta de Mantenimiento. (Impacto Ambiental).....	20
1.2) Estructura Organizacional.....	26
1.3) Tipos de Mantenimiento.....	37

### CAPITULO II

#### - Administración del Equipo de Construcción

2) Cartas de Control, su Uso y Manejo de la Bitácora.....	45
2.1) Programa de Utilización del Equipo.....	59
2.2) Envío, Recepción Entrega y/o Devolución de Maquinaria.....	69
2.3) Aprovechamientos Necesarios.....	76

### CAPITULO III

#### - Control Operacional

3) Laboratorio, Análisis de Pruebas.....	83
3.1) Camionetas de Diagnóstico.....	91
3.2) Sistemas de Lubricación.....	93
3.3) Seguridad en el Trabajo.....	100

### CAPITULO IV

#### - Evaluación de los Costos Directos de Maquinaria

4) Análisis de los Costos Horario.....	109
4.1) Factores de Rendimiento.....	122
a) Retroexcavadoras.....	122

b) Motoconformadoras.....	126
c) Llantas.....	129
4.2) Selección de Equipo.....	133
4.3) Estimación de los Costos de Posesión y Operación.....	143
- Conclusiones.....	149
- Recomendaciones.....	150
- Bibliografía.....	151

#### APENDICE

I). Glosario de Términos Técnicos.....	154
II). Tablas Necesarias en Ing. de Mantenimiento.....	158
III). Fórmulas Eléctricas.....	187

# C A P I T U L O I

## GENERALIDADES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

## OBJETIVO PARTICULAR

Describir los conocimientos necesarios de los tipos de mantenimiento y organización administrativa, de la maquinaria utilizada en la industria de la construcción, asociando esta actividad con lo actual en control y organización del mantenimiento, señalando la participación del Ingeniero Mecánico Eléctrico en esta actividad.

### 1) ASPECTOS GENERALES DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

La Ingeniería de Mantenimiento se refiere a los problemas cotidianos de conservar la maquinaria en buenas condiciones de operación, y es auxiliar de la Ingeniería de Construcción, que es la encargada de ejecutar la obra civil.

La justificación de un grupo de Ingeniería de Mantenimiento se encuentra en que sirve para asegurar la disponibilidad de máquinas y servicios que se necesitan en la obra para desarrollar sus funciones, a una tasa óptima de rendimiento sobre la inversión, ya sea que esta inversión se encuentre en maquinaria, en materiales o recursos humanos.

La dependencia del personal de obra en la Ingeniería de Mantenimiento aumenta con la complejidad del equipo que se usa en la industria de la construcción. El costo de mantenimiento se ha convertido en una parte del costo total de producción, y el grupo de Ingeniería de Mantenimiento, en una unidad importante de la compañía.

Aunque en la práctica el alcance de las actividades de un Departamento de Ingeniería de Mantenimiento es diferente en cada obra y se encuentra influido por el tamaño de la misma, por el tipo, por la política de la compañía y por los antecedentes de la empresa y de la rama constructiva, queda establecido que la capacidad de construcción de que disponga un contratista para la ejecución de una obra, deberá estar en proporción de la misma, a fin de que sus operaciones sean conducidas en la forma más eficiente y económica posible, lo cual implica que los contratistas dispongan de la maquinaria de construcción adecuada con la que puedan realizar las obras que les sean encomendadas, por-

parte del contratista deberán realizarse cuidadosos estudios a fin de determinar cual es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de una obra. A continuación se describe la clasificación del equipo por su tamaño y según su uso.

## 1) CLASIFICACION DEL EQUIPO SEGUN SU TAMAÑO

### EQUIPO LIGERO

MALACATES } GASOLINA  
              } ELECTRICOS

TORRE GRUA  
REVOLVEDORAS

VIBRADORES } GASOLINA  
              } DE AIRE  
              } ELECTRICOS

BOMBA DE CONCRETO

BOMBA DE AGUA

EQUIPO DE SOLDADURA } ELECTRICO  
                          } GASOLINA

SIERRA CORTADORA DE CONCRETO

## 2) EQUIPO PESADO

TRACTORES } BULLDOZER (CUCHILLA RECTA)  
              } EMPUJADORES  
              } ANGLEDOZER (CUCHILLA ANGULABLE)  
              } DESCARRADORES  
              } PLUMA LATERAL  
              } CADENA DE DESMONTE  
              } PUNZON

CARGADORES }  
 } DESCARGA FRONTAL  
 } DESCARGA LATERAL  
 } DESCARGA TRASERO

EXCAVADORAS }  
 } PALA  
 } CONVERTIBLE  
 } RETROEXCAVADORAS  
 } ZANJADORAS

}  
 } - CUCHARON DE ARRASTRE  
 } - CUCHARON DE ALMEJA  
 } - CUCHARON DE GAJOS  
 } DE NARANJA  
 } - GARFIOS  
 } - GRUA  
 } - BACHAS DE CONCRETO  
 } - PILOTEADORAS  
 } - DEMOLEDORA  
 } - ELECTROIMAN

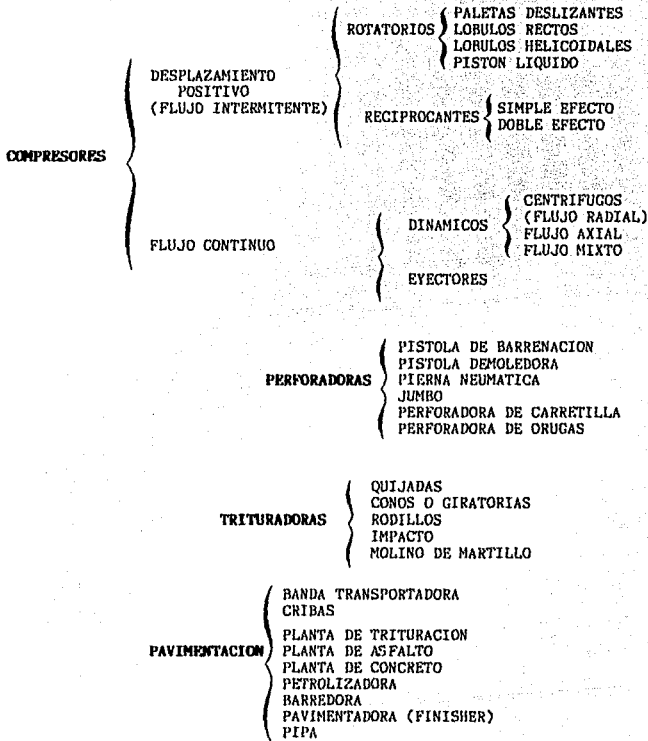
ESCREPAS }  
 } ARRASTRE  
 } AUTOIMPULSADAS  
 } TANDEM  
 } AUTOCARGABLES

TRANSPORTE }  
 } VOLTEOS  
 } VOLQUETES  
 } VAGONETAS  
 } PLATAFORMAS  
 } DUMPTORS

**MOTOCONFORMADORAS**

COMPACTADORES }  
 } PATA DE CABRA  
 } RODILLO DE REJA  
 } APLANADORA DE 2 RODILLOS LISO (TANDEM)  
 } APLANADORA DE 3 RODILLOS LISOS  
 } COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS  
 } COMPACTADOR COMBINADO (DUO-PACTOR)

COMPACTADORES }  
 } MANUALES }  
 } PISON DE MANO  
 } BAILARINAS  
 } RODILLO MANUAL



3) CLASIFICACION DEL EQUIPO SEGUN SU USO



**A) PARA MOVIMIENTO  
DE TIERRAS**

TRACTORES { BULLDOZER  
TILDOZER  
ESCARIFICADORES

MOTO ESCREPAS Y TRAILLAS

CARGA } RETROEXCAVADORAS  
ESTACIONARIA } DRAGAS  
GRUAS PATO  
CUCHARON DE ALMEJA  
CARGADORES  
FRONTALES

**B) ACARREO DE MATERIALES**

CAMIONES DE VOLTEO  
DUMPERS  
MOTO - ESCREPAS  
REMOLQUES  
TRAILERS

**C) EQUIPO DE ELEVACION  
DE MATERIAL**

GRUAS DERRICK  
GRUAS TORRE FIJA  
GRUAS LIJERAS  
PLUMAS TELESCOPICAS  
CABLE GRUAS  
MALACATES

**D) EQUIPO DE COMPACTACION**

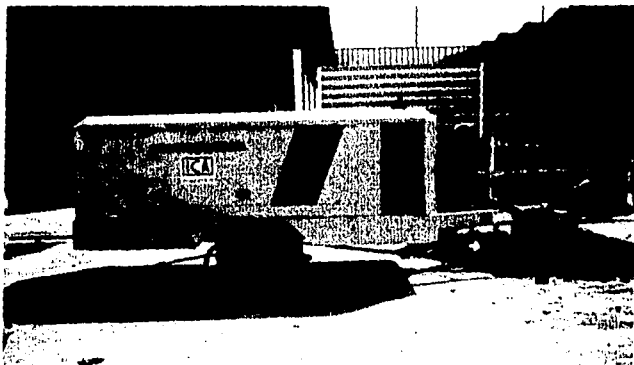
PATA DE CABRA  
RODILLO REJA  
BAILARINAS  
DUO - FACTOR  
RODILLOS VIBRATORIOS  
TAMBOR ACERO LISO

**E) EQUIPO URBANIZACION**

MOTOCONFORMADORAS  
PETROLIZADORAS  
PAVIMENTADORAS  
PLANTAS ASFALTICAS  
ESPARCIDORES  
BARREDORAS

Como se puede apreciar, la cantidad de maquinaria utilizada en una obra es muy variada y por lo tanto, es necesario la vigilancia de la óptima calidad de operación de la maquinaria por un especialista en mantenimiento de maquinaria pesada y ligera, este especialista deberá tener conocimientos de motores a gasolina, diesel, electricidad automotriz, neumática e hidráulica, además del control y administración del equipo.

ALGUNOS TIPOS DE MAQUINARIA UTILIZADA EN LA OBRA CIVIL



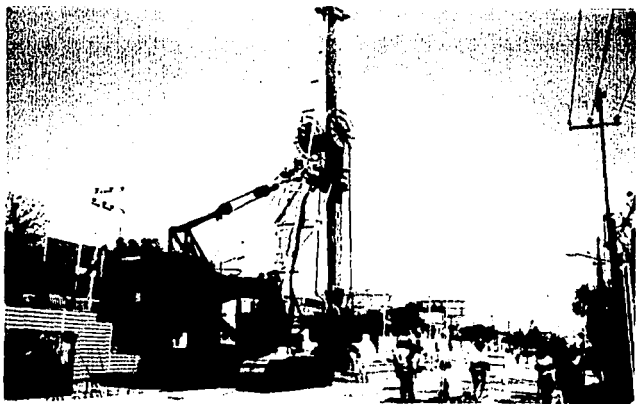
COMPRESOR DE AJRE



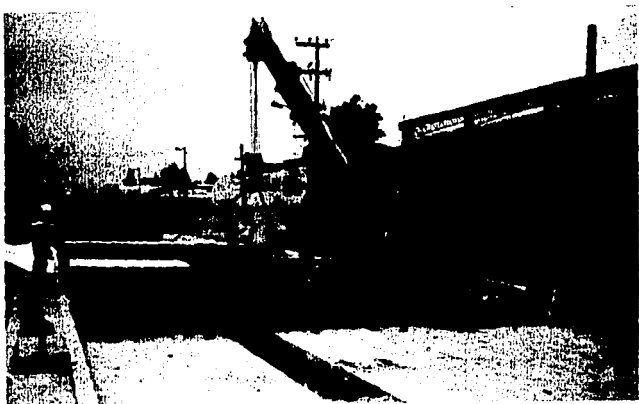
CARGADOR FRONTAL



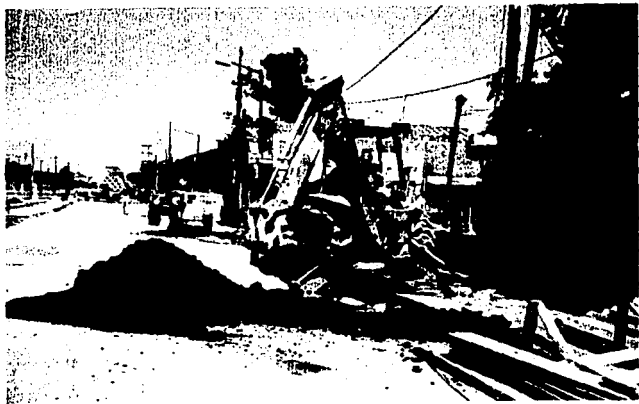
COMPACTADORAS NEUMATICAS ( BAILARTINAS )



DRAGA LS 100 CON EQUIPO GUIADO "CASA GRANDE"



GRUA PATO



RETRO EXCAVADORA

Entre las muchas razones del porque se debe dar especial atención al mantenimiento de maquinaria pesada y ligera, de una obra civil es el desgaste, ya que estamos hablando de elementos metálicos en movimiento, a continuación doy algunos datos sobre este tema:

#### **A) TIPOS**

- 1) MECANICO:    a) ABRACION  
                  b) FRICCIÓN
- 2) CORROSIVO:  a) POR ATAQUE QUIMICO
  - 1.- Por productos de oxidación del lubricante
  - 2.- Por ácidos de combustible
  - 3.- Herrumbre ocasionada por el agua

#### **B) PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL DESGASTE**

- 1) Escapes de gases, pérdida de potencia, ruido
- 2) Reducción en la economía
- 3) Aumento de reparaciones y mantenimiento
- 4) Vida más corta

#### **C) PARA REDUCIR EL DESGASTE**

- 1) Usar lubricantes y combustibles adecuados
- 2) Dar mantenimiento correcto a los filtros de aire y aceite
- 3) Reducir al mínimo las operaciones a bajas temperaturas del motor
- 4) Cambios de aceite regulares y engrasadas frecuentes

#### **D) AFLOJAMIENTO INICIAL DEL MOTOR**

- 1) Un tipo "especial" de desgaste
- 2) Un rápido asentamiento es lo mejor
  - a) Para las partes del motor y la operación
  - b) Para mayor economía de combustible y aceite
- 3) Recomendaciones del fabricante
  - a) Evite excesiva marcha en vacío

NOTA: De este problema y otros se hablara más ampliamente en el capítulo III

## 1.1) FALTA DE MANTENIMIENTO, (IMPACTO AMBIENTAL)

La mayoría de las personas conocen las molestias que ocasiona una obra sobre todo si ésta es muy grande, el polvo, el ruido, desvío de tráfico, entre otras y si a esto agregamos la falta de mantenimiento en la maquinaria utilizada en una obra, tendremos problemas de contaminación seguridad personal, desorden en el trabajo y por ende costos elevados de mantenimiento en los equipos, pero esto lo podemos evitar, si no en un 100%, al menos lo suficiente para trabajar adecuadamente, conociendo un poco de los efectos causados por la falta de buena organización en la Ingeniería de Mantenimiento.

Algunas de las fuentes de contaminación que afectan a la maquinaria son:

Polvo de la atmósfera y de los caminos, en las áreas rurales se tiene 0.3-gramos/28 m<sup>3</sup> equivalente a 1 1/4 tons. por km<sup>3</sup> y en áreas industriales 0.3 gr<sub>am</sub>/28 m<sup>3</sup> equivalente a 12 1/2 tons. por km<sup>3</sup>.

Una máquina ligera o pesada, en obra y en condiciones normales, en uso durante una hora diaria puede absorber como promedio 272.2 gms. (0.6 lb) de polvo por año en 2 horas diarias, 544.4 gms. (1.2 lb), etc., aún los purificados res de aire en buen estado no pueden remover todos los abrasivos de aire.

No parece gran cosa, pero nadie deliberadamente hecharía una bolsa de 270 gr. de polvo dentro de su motor o aún una décima parte.

Estas estadísticas no muestran la historia completa:

En zonas rurales la concentración de polvo, sobre caminos sin pavimentar y en operaciones agrícolas y de construcción, puede ser muy elevada.

El polvo es dañino y trabaja en forma inadvertida, aumenta los depósitos y ocasiona desgaste abrasivo.

### PRODUCTOS DERIVADOS DE LA COMBUSTION

4 lts. de gasolina más 34,000 lts. de aire más 4 lts. de agua más otros productos de la combustión tienen la fuerza para impulsar un auto, el agua y otros residuos permanecen en estado gaseoso, una parte sale por el escape y otra pasa a través de los anillos al cárter.

Algunos residuos sólidos también son expulsados y otros permanecen en el motor.

También hay combustible parcialmente quemado. Los residuos de combustión permanecen en el motor.

- 1) Forman depósitos inmediatamente
- 2) Se convierten en depósitos al continuar la operación
- 3) Diluyen el aceite
- 4) Pueden ocasionar herrumbre, corrosión y desgaste

La ventilación ayuda a expulsar del motor los vapores de agua y combustión que contribuyen grandemente a la formación de depósitos.

#### DEPOSITOS CONTAMINANTES EN EL MOTOR:

#### A) FUENTES PRINCIPALES

- 1) Polvo de la atmósfera y suciedades
- 2) Arena de la fundición y rebabas del maquinado
- 3) Partículas metálicas de desgaste
- 4) Aceite lubricante
  - a) Deterioración química de un aceite inestable o de un aceite debajo en servicio por mucho tiempo
  - b) Carbonización o una continuación de lo que es esencialmente es la destilación del aceite expuesto continuamente a muy altas temperaturas (destilación destructiva)
- 5) Productos resultantes de la combustión
- 6) Escapes de agua

#### B) TIPOS

- 1) Carbón de la cámara de combustión, hollín del combustible, polvos abrasivos, sales de plomo y otros residuos de la combustión, carbonización del aceite y combustible
- 2) Barnices y laca émbolos, cilindros y cojinetes, provenientes generalmente del combustible
- 3) "Lodos calientes" químicamente similares a los barnices, pero presentándose en varias formas sobre otras partes del motor

- 4) "Lodos fríos" o "mayonesas" de la emulsión de agua, contaminantes y aceite se encuentran en cárteres, tuberías, cámaras de válvulas y áreas de enfriamiento

**C) PROBLEMAS OCASIONADOS POR LOS DEPOSITOS**

- 1) En cámaras de combustión: bajo rendimiento, elevado consumo de gasolina
- a) Aumento del golpeteo y pre-ignición (especialmente en los modernos V-8)
  - b) Fallas de las bujías
- 2) Sobre émbolos, anillos, válvulas y elevadores hidráulicos
- a) Mal funcionamiento en general, ruido de los elevadores
  - b) Escapes de gases
  - c) Mayor desgaste
  - d) Menor potencia
  - e) Mayor consumo de gasolina y aceite
- 3) En cárteres, cámaras de válvulas y tuberías de aceite
- a) Distribución y flujo incorrecto del aceite
  - b) Menor disipación del calor

**D) REDUCCION DE DEPOSITOS**

- 1) Uso de aceite adecuado (químicamente estable, detergente dispersante, volatilidad adecuada)
- 2) Cambiar aceite frecuentemente y regularmente
- 3) Conservar al mínimo la operación a baja temperatura, tener el sistema de ventilación trabajando adecuadamente
- 4) Conservar la eficiencia del sistema de enfriamiento
- 5) Mantener la eficiencia de los purificadores de aire y de aceite
- 6) Usar aceites multigrados para reducir los depósitos en la cámara de combustión
- 7) Asegurarse que el carburador y estrangulador se encuentren trabajando perfectamente

**SISTEMAS DE CONTROL PARA LAS EMISIONES DEL MOTOR**



**PROBLEMA:** Los motores automotrices a gasolina producen vapores y gases que son las causas potenciales de la contaminación del aire. Los sistemas de control reducen muchas emisiones, pueden obtenerse otros beneficios, tales como mejora en la economía de operación, y en general mejores condiciones del motor.

**ORIGENES:**

- 1) Cáster del motor, gases de escape de cilindros, vapores de aceite, cerca de 1/4 del total
- 2) Sistema de escape, gases de la combustión, combustible sin quemar vapor de agua, óxidos de nitrógeno, aproximadamente 1/2 del total
- 3) Carburador y tanque de combustible, evaporación del combustible, cerca de un 1/4 del total

Los sistemas para controlar las fuentes 1 y 2 están en amplio uso; las del punto 3 son factibles y actualmente están bajo desarrollo.

Causa 1, con la velocidad del motor aumentan los vapores; causa 2, los gases con hidrocarburos (HC's) no quemados y el monóxido de carbono (Co), presentan los problemas más serios durante la aceleración, desaceleración y baja velocidad (incluyendo marcha en vacío).

**MÉTODOS DE CONTROL**

**CARTER:**

Principio empleado: retorno de los vapores al sistema de admisión mediante su inclusión en la mezcla combustible de alimentación a los cilindros: ventilación positiva del cárter (PCV).

**METODO:** Los vapores son aspirados al sistema de admisión mediante vacío. El **SISTEMA CERRADO** mostrado aquí, está sellado para evitar el escape del vapor a la atmósfera. **SISTEMA ABIERTO**, encontrado en vehículos viejos, y que no está sellado; bajo adversas condiciones los vapores pueden escapar a la atmósfera.

**COMPONENTES PRINCIPALES:** Válvula PCV y una tubería o manguera de conexión, diseñadas para el motor específico.

MANTENIMIENTO: Inspección cada 6 meses ó 10,000 kms. (6,000 millas) del funcionamiento de la válvula, mangueras libres de depósitos; reemplazo de la válvula cada 12 meses ó 20,000 kms. (12,000 millas). También revisión en el sellado del tapón para llenado de aceite; filtro de aire, guarda flama y separador de aceite (donde se utilicen).

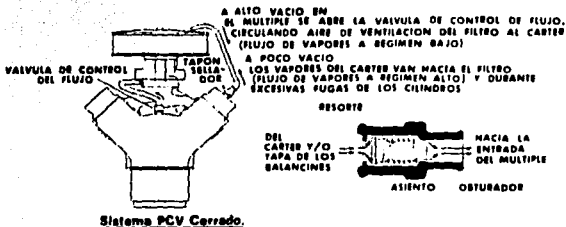


Fig. 1

Sistema PCV Cerrado. La Fig. 1 muestra una típica válvula de control de flujo en la posición de cerrada, con el motor sin carga (cero vacío) el obturador es retenido firmemente en su asiento por el resorte y no hay flujo. Cuando el motor está funcionando, el obturador flota en el cuerpo de la válvula, a una posición determinada por el vacío del múltiple y la presión del resorte. El flujo es mayor a vacío reducido y menor a alto vacío.

### CONTROL DE LAS EMISIONES DEL MOTOR

#### ESCAPE

Principio empleado: reducción de la concentración de gases no quemados (HC's, CO) en el escape por (A) aumento de la combustión en los cilindros, o --

(B) combustión y quemado por los gases residuales en el múltiple, antes de su salida final a la atmósfera.

#### A) SISTEMA DE MODIFICACION EN EL MOTOR

Características: Carburación especial, para mezclas pobres; tiempo de encendido especial, para retardar más chispa de encendido en vacío, y posiblemente durante la desaceleración (en algunos diseños): en ciertos casos, más altas temperaturas del sistema de refrigeración, mayor capacidad de enfriamiento, modificación de los contornos de la cámara de combustión, reducción del traslape de las válvulas, aspiración de aire pre-calentado.

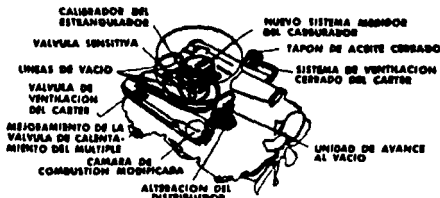


Fig. 2

#### B) SISTEMA DE INYECCION DE AIRE

Características: La bomba es operada por el motor, para suministrar aire auxiliar en el múltiple de escape, para quemar los gases residuales de la combustión; para la válvula check y de desviación, además en algunos diseños, uno o más carburadores, tiempo de encendido y otros cambios enlistados en el sistema de modificación del motor.

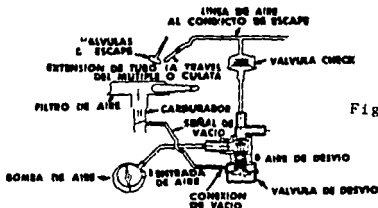


Fig. 3

## MANTENIMIENTO A AMBOS SISTEMAS

Afinación del motor anualmente o cada 20,000 kms. (12,000 millas) siguiendo las instrucciones del fabricante.

La revisión a un sistema PCV es un caso preliminar requerido. Adicionalmente, los sistemas A-1 requieren inspección en la banda de la bomba de aire y filtro.

Esta problemática de contaminación la podemos observar también en maquinaria con motores a diesel y por ende los cuidados deben ser también extremos, a pesar de que en la industria de la construcción hay bastante polvo, lodos y otros contaminantes que afectan a la maquinaria, éstos se deben mantener en lo posible, limpias y en buen estado de operación, con el objeto de disminuir depósitos.

Del tipo y control de este mantenimiento se hablará más ampliamente en los capítulos siguientes:

### **1.2) ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La estructura organizacional aquí presentada, ha sido pensada para satisfacer las necesidades operativas de una obra de una manera ordenada y para llevar a cabo la utilización adecuada de la maquinaria.

El éxito de esta organización depende de la ejecución de las responsabilidades adquiridas por el personal de la coordinación de Ingeniería de Mantenimiento.

Se reconoce que esta estructura organizacional no resuelve los problemas físicos o administrativos de una obra, pero de ésta depende las acciones tomadas por la coordinación de maquinaria y aún de la dirección de la compañía.

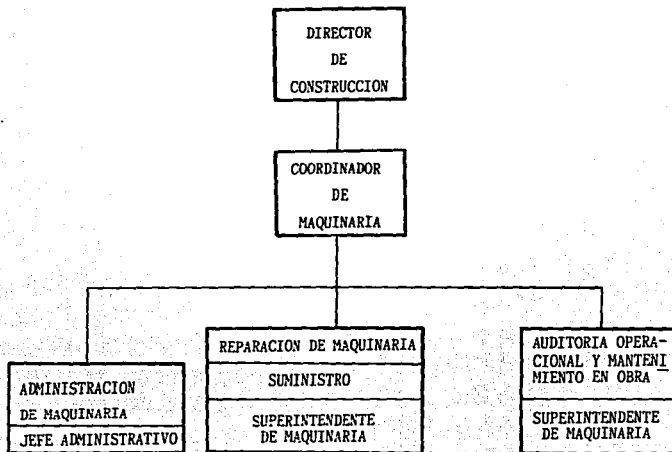
Sin esto los costos seguirán rebasando las metas y los programas de obreros fijados, no se cumplirán en su tiempo estimado.

Otro punto importante que cabe señalar es que los servicios que brinde una determinada compañía no se cumplirán, siendo la imagen de la empresa con poca calidad de servicio, poco rendimiento productivo y claro que todo lo que se

genere de un mal servicio repercutirá en el prestigio de la empresa, dando como resultado utilidades mínimas o nulas, además de la desconfianza de los -- clientes para seguir contratando los servicios de dicha compañía, a continua -- ción presenta:

- 1) Organigrama de la estructura organizacional de la coordinación de maquinaria
- 2) Diagrama de flujo del sistema de control gerencial de maquinaria

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA COORDINACION DE MAQUINARIA



La estructura como se muestra en el organigrama da a cada uno sus responsabilidades específicas.

La coordinación de maquinaria tendrá la responsabilidad de:

- 1) Entrega de equipo en óptimas condiciones
- 2) Reparación del equipo, en talleres propios y de terceros
- 4) Compra y venta de maquinaria
- 5) Auditorías de operación y mantenimiento

La superintendencia de obra tendrá la responsabilidad de:

- 1) La operación de la maquinaria
- 2) Control de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, éste último lo menos posible

El personal para controlar la maquinaria en obra será como sigue:

- a) Superintendente
- b) Jefe de obra
- c) Jefe de frente
- d) Auxiliar técnico

Las actividades que a continuación se enuncian serán llevadas de acuerdo a la jerarquía y al grado de responsabilidad que cada una de éstas represente, - será entonces, el superintendente de maquinaria el encargado de distribuir adecuadamente este trabajo.

#### RESPONSABILIDADES

- Instalación del taller mecánico al inicio de la obra
- Costos horario de la maquinaria
- Programas de mantenimiento
- Incidencias de maquinaria
- Inventario físico
- Controles de recepción, calidad y envío
- Requisiciones de material, refacciones y herramienta
- Ordenes de trabajo
- Plantilla de personal

## RESPONSABILIDADES

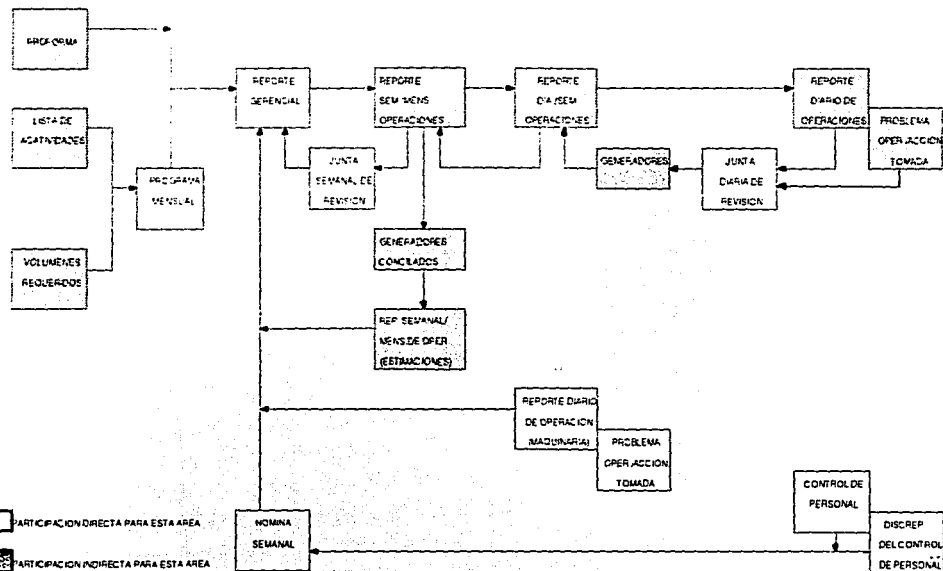
- Reportes de mantenimiento preventivo y correctivo
- Reportes de operadores
- Envío de muestras de aceite
- Pólizas de seguros de vehículos y maquinaria
- Consumo de combustible
- Horario y turnos
- Distribución adecuada de tareas al personal
- Aspecto físico del equipo
- Vigilancia de horómetros
- Avalúos de llantas
- Bitácora de maquinaria mayor
- Información técnica
- Conocer los equipos que va a utilizar
- Programa de utilización
- Capacitación del personal
- Reparaciones mayores
- Provisiones de renta y costos por devolución de maquinaria
- Cargos y abonos de maquinaria

## SUPERVISION

- Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo
- Cumplimiento de programa
- Utilización correcta de recursos
- Operación óptima de la maquinaria
- Seguridad de los operadores



# FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL GERENCIAL MAQUINARIA



FALLA DE ORIGEN

Con el diagrama de flujo del sistema de control gerencial se pretende establecer una relación eficiente entre el área de maquinaria y los frentes de trabajo, cuantificando las horas de utilización real de la maquinaria, y el estado en que se encuentran: en operación, reparación ociosa, etc., para lo cual se llenará un reporte diariamente con la información que se recopile de los frentes de trabajo realizando para ello al menos dos recorridos por el área de obra.

Estos documentos serán controlados, diariamente y semanalmente, para ser presentados finalmente en un reporte mensual, los cuales serán revisados por la gerencia y según los resultados ésta tomará la acción más pertinente, evitando con esto fallas en el sistema de control de maquinaria. A continuación se da una forma eficaz para llevar este control.

### REPORTE DIARIO DE OPERACION

#### FORMA 1 MECANICA DE LLENADO

- 1) FECHA: día, mes, año correspondiente
- 2) ZONA: zona a la que corresponde la información
- 3) FRENTES: los frentes de cobertura del reporte
- 4) Jefe de obra ( responsable de llenar el reporte)
- 5) Número de página consecutivo, así como el total de éstas
- 6) Número económico de todas y cada una de las máquinas consideradas como equipo mayor, que se encuentran asignadas dentro de los frentes de cobertura de este reporte ( se anotarán los económicos del equipo menor, solamente cuando alguno de éstos se encuentren en reparación
- 7) Descripción de la maquinaria correspondiente al número económico anotado en cada pensión (grúa hidráulica, niveladora, cargador frontal etc.)
- 8) Nombre del frente al cual está asignada la maquinaria que se reporta
- 9) Número de horas máquina, disponibles durante el turno, que deberá ser el equivalente a un turno normal de trabajo (8 horas)
- 10) Número de horas que realmente trabajó el equipo durante el turno, según indique el horómetro de cada máquina
- 11) Se resta la casilla (10) menos la casilla (9) respetando el signo (+/-) del resultado
- 12) La cantidad de horas que la máquina trabajó en forma normal
- 13) La cantidad de horas que la máquina estuvo en reparación

- 14) La cantidad de horas que la máquina permaneció inactiva u ociosa durante el turno
- 15) La cantidad de horas que la máquina permaneció descompuesta en el día de trabajo, incluyendo tanto el tiempo de reparación y el tiempo que transcurrió desde que se presentó la falla hasta que se comenzó a reparar
- 16) Marcar esta casilla "x" si la reparación que se realizó fue de tipo mayor
- 17) Marcar esta casilla "x" si la reparación que se realizó fue de tipo menor
- 18) Número de horas que se planea tardará la reparación
- 19) Número de horas que realmente tomó la reparación cuando exista una diferencia entre el número real y el planeado, deberá anotarse en el reporte del problema operativo acción tomada las razones que ocasionaron esta diferencia
- 20) La hora a la que se planea iniciar la reparación, o la fecha de inicio plan, si es que la reparación no comenzará a realizarse el mismo día
- 21) Hora a la que se planea terminar la reparación, o la fecha plan de terminación, si es que la reparación no podrá realizarse en un solo día
- 22) Hora o la fecha en la que realmente se inicio la reparación
- 23) Hora o la fecha en la que realmente se termino la reparación
- 24) Total de horas que el equipo no estuvo disponible, no incluyendo el tiempo de traslado, frente-taller-frente, el tiempo transcurrido desde que se presentó la falla, hasta que se comenzó a reparar el equipo, el tiempo que tomo el diagnóstico de la falla, el tiempo mismo de la reparación
- 25) Descripción breve de la falla que se presentó, comentarios realizados por el operador o jefe de frente, respecto a posibles fallas, o mal funcionamiento del equipo.



PROBLEMA OPERATIVO / ACCION TOMADA

El objetivo de este reporte es documentar los problemas operativos que se presentan durante el turno de trabajo, cuantificando las horas hombre pérdidas a causa de los problemas operativos asignando acciones correctivas tomadas, requeridas y responsables de su cumplimiento.

MECANICA DE LLENADO

- Del punto 1 al 7 se omite la descripción por ser similares a la forma 1 en su llenado
- 8) Número de días que se ha estado presentando el mismo problema sin que haya sido resuelto
- 9) Descripción breve y clara del problema operativo identificado
- 10) Cuantas horas hombre se perdieron a causa del problema (en caso de no conocer este dato proporcionar una estimación)  
EJEMPLO: (No. de personas) x (Horas sin trabajo)
- 11) Descripción de las acciones que se tomaron o tomarán para solucionar de finitivamente el problema. (en caso de no tener la solución definitiva, reportar que medidas provisionales se tomaron o que acciones se requieren para la solución definitiva)
- 12) Nombres de las personas asignadas a resolver el problema
- 13) Fecha en que se presento y asigno el problema operativo al responsable de solucionarlo
- 14) Fecha estimada para la solución del problema
- 15) Indicar "completo cuando el problema haya sido solucionado satisfactoriamente, el espacio quedará en blanco hasta que se haya completado la acción correctiva al 100%

NOTA: El control de personal y discrepancial al que se tenga con este serán manejados de manera interna por la superintendencia de maquinaria.

ZONA 2

REPORTE DIARIO DE OPERACION  
MAQUINARIA

FECHA 1 / 1

FRENTE 3

GERENIA 2

JEFE DE OBRA MAQUINARIA 4

PAGINA 5 DE 5

NÚMERO ECTV	MAQUINARIA	FRENTE DE ASIGNACIÓN	MAQUINARIA EMPLEADA							REPARACION				TOTAL -3-45 MCS PERIODOS	OBSERVACIONES												
			HORAS MCM			ESTADIOS				TFC		T.C. DE T.M.C.				PERIODOS											
			PLAN	REAL	EXP.	ETA	ETA	ETA	RESUM	AVISO	REVIS.	PLAN	REAL			INICIO	TERMINO										
0	1	P	6	12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12			

FALLA DE ORIGEN

### 1.3) TIPOS DE MANTENIMIENTO

Se puede decir sin lugar a equivocarnos que los tipos de mantenimiento que existen son dos, el mantenimiento preventivo y el correctivo, el primero y para efectos de trabajo lo podemos dividir en uno más, el mantenimiento **PREDICTIVO** que como su nombre lo indica nos va a dar datos a través de un análisis de laboratorio, con lo cual se detectan próximas fallas por desgaste de piezas, este mantenimiento se hará con un previo programa de mantenimiento, coordinado con la superintendencia de obra civil.

El mantenimiento **CORRECTIVO** se aplicará cuando se necesite una recuperación inmediata del servicio de la máquina, haciéndolo de forma provisional, (debido a la importancia de terminar un trabajo cualquiera), o de forma definitiva, pero como sea este mantenimiento por representar un costo elevado, (por tener que suspender trabajos de obra, pago de maquinaria y personal inactivo, gasto de piezas, no programadas en costos de obra etc.), por todo ello se debe realizar lo menos posible.

Del mantenimiento predictivo se hablará más ampliamente en los próximos capítulos, por ahora haremos mayor énfasis en el mantenimiento preventivo, su programación y control.

Una forma de programar y controlar este mantenimiento es:

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

(MAQUINARIA PESADA)

#### SUPERVISION

- 1) Revisar reporte del operador
- 2) Revisar nivel de agua en radiador, apretar y ver estado de mangueras, localizar y corregir fugas del sistema
- 3) Limpiar con aire comprimido filtros de aire, revisar mangueras y apretar abrazaderas del sistema
- 4) Ordenar tanque de combustible, localizar y corregir fugas del sistema
- 5) Revisar nivel de aceite del motor, localizar y corregir fugas en el sistema
- 6) Revisar nivel de agua de la batería, revisar tensión de bandas del generador o alternador

- 7) Revisar niveles de aceite en: transmisión, el hidráulico, convertidor o cople hidráulico, caja de engranes de levante de pluma
- 8) Otros servicios

#### CONSERVACION DIARIA

- 1) Comprobar nivel de aceite en la transmisión, mandos finales, engranaje-cónico y embragues de dirección y buscar pérdidas
- 2) Comprobar nivel de aceite en el sistema hidráulico y buscar pérdidas
- 3) Comprobar nivel de aceite del cárter del motor de arranque
- 4) Comprobar nivel de aceite del cárter del motor diesel
- 5) Llenar tanque de combustible
- 6) Examinar mangueras del sistema de enfriamiento, nivel de refrigerante, buscar pérdidas, basuras en el radiador
- 7) Examinar bornes de batería y amperímetro (razón de carga)
- 8) Comprobar estado del sobrealimentador
- 9) Drenar depósitos del sistema de aire
- 10) Lubricar cojinetes del cilindro hidráulico de dirección
- 11) Lubricar cojinetes del varillaje y de cilindros de control del cucharón
- 12) Lubricar cojinetes del ubicador del cucharón
- 13) Lubricar tubo telescópico del ubicador del cucharón
- 14) Lubricar cojinetes del vástago de pistón y muñón del cilindro de alza - miento y cojinetes de brazo de alzamiento
- 15) Lubricar cojinetes superiores del pivote del bastidor de dirección
- 16) Efectuar inspección visual del equipo
- 17) Efectuar reparaciones necesarias

#### DESPUES DE LAS 10 HORAS DE SERVICIO:

Cambiar elemento de filtro en el cárter del motor de arranque

#### CONSERVACION A LAS 50 HORAS

- 1) Drenar caja del elemento de filtro de combustible
- 2) Limpiar antefiltro del sistema de inducción de aire
- 3) Comprobar nivel de electrólito en la batería
- 4) Comprobar estado y presión de los neumáticos
- 5) Comprobar ajuste de las correas del ventilador del sistema de enfriamiento
- 6) Lubricar estrías del eje motriz



- 7) Lubricar cojinetes del muñón del eje trasero
- 8) Lubricar rótulas de varilla de dirección, rótulas delantera y trasera del tirante de la dirección, palanca acomodada intermedia de dirección, rótulas delanteras y varilla del reforzador de dirección y rótula delantera y rótula del vástago de la válvula de control (de ser pertinente)

Después de las 50 primeras horas de servicio:

- 1) Cambiar elemento de filtro de la transmisión y lavar rejillas

#### CONSERVACION A LAS 125 HORAS

- 1) Cambiar nivel de aceite en los diferenciales delantero y trasero y mandos finales
- 2) Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible
- 3) Verificar el ajuste de los pernos de montaje del sistema de inducción de aire
- 4) Cambiar aceite del cárter y filtro del motor diesel (cuando el contenido de azufre sea de 0.4% o menos)
- 5) Lubricar cojinetes de soporte de eje motriz
- 6) Lubricar varillaje de seguimiento de la dirección
- 7) Lubricar cojinete inferior del pivote del bastidor (de ser pertinente)
- 8) Lubricar estrías de eje motriz
- 9) Comprobar cojinetes de las palancas de control hidráulico y cojinetes de desconexión automática del mecanismo de alzamiento (de ser pertinente)
- 10) Comprobar cilindros maestros hidráulicos del freno (de ser pertinente).

#### DESPUES DE LAS 125 PRIMERAS HORAS DE SERVICIO

- 1) Cambiar filtro del sistema hidráulico
- 2) Ajustar válvulas del motor diesel y la descompresión
- 3) Ajustar válvulas del motor de arranque

#### CONSERVACION A LAS 250 HORAS

- 1) Comprobar ajuste de correas motrices en el alternador o generador, compresor de aire y bomba de agua
- 2) Limpiar recipiente para sedimentos en el tanque de combustible del motor de arranque

- 3) Limpiar filtro de aire del motor de arranque
- 4) Limpiar tapa y rejilla del tanque de combustible
- 5) Limpiar elementos de filtro primario del sistema de inducción de aire
- 6) Comprobar ajuste del freno de estacionamiento/aflojar brazo de ajuste
- 7) Lubricar polea de ajuste de la correa y cojinete de la bomba de agua
- 8) Cambiar aceite del cárter del motor de arranque y lavar el respiradero
- 9) Cambiar elemento de filtro del sistema de la transmisión
- 10) Lubricar cojinetes superiores de la columna del eje de dirección
- 11) Comprobar la lubricación de la caja del engranaje de dirección y cojinete inferior del eje
- 12) Comprobar la lubricación de los cilindros maestros de desconexión automática de alzamiento y del lubricador del cucharón
- 13) Lavar y aceitar los respiraderos de los diferenciales delantero y trasero y mandos finales
- 14) Lubricar juntas motrices universales de la transmisión
- 15) Lavar respiradero del cárter del motor diesel

#### CONSERVACION A LAS 500 HORAS

- 1) Ajustar válvulas del motor de arranque
- 2) Lubricar motor de arranque eléctrico
- 3) Lubricar palanca de control hidráulico, cojinetes de eje y palanca acodada
- 4) Lubricar cojinetes de palanca acodada de control de la transmisión
- 5) Lubricar estrías delanteras del eje motriz
- 6) Lubricar palanca acodada de la válvula de control de la dirección y cojinetes de eje del pedal de freno
- 7) Lubricar juntas universales de dirección (de ser pertinente)

#### CONSERVACION A LAS 1000 HORAS

- 1) Limpiar unidad de presión y derrame del sistema de enfriamiento
- 2) Limpiar elemento de filtro secundario del sistema de inducción de aire
- 3) Ajustar luz de la bujía de encendido del motor de arranque y la abertura de los platinos de magneto
- 4) Cambiar aceite en el sistema de transmisión
- 5) Lavar y aceitar respiradero del sistema de la transmisión
- 6) Lavar rejillas del sistema de la transmisión
- 7) Cambiar el aceite en los diferenciales delantero y trasero y mandos finales y lavar compartimientos

- 8) Cambiar el aceite en el sistema hidráulico y lavar rejilla del orificio de llenado
- 9) Lubricar el eje de levas del freno de las ruedas
- 10) Lubricar juntas universales del eje motriz
- 11) Lubricar los cojinetes de la palanca acodada posterior (de ser pertinente)

#### CONSERVACION A LAS 2000 HORAS

- 1) Ajustar válvulas del motor de arranque
- 2) Lubricar motor de arranque eléctrico
- 3) Lubricar palanca de control hidráulico, cojinetes de eje y palanca acodada
- 4) Lubricar cojinetes de palanca acodada de control de la transmisión
- 5) Lubricar estrías delanteras del eje motriz
- 6) Lubricar palanca acodada de la válvula de control de la dirección y cojinetes de eje del pedal de freno
- 7) Lubricar juntas universales de dirección (de ser posible)

A continuación se da una descripción de como debe presentar su informe el sobrestante, haciendo la aclaración que este tipo de informe lo debe presentar también:

- a) Mecánico de gasolina
- b) Mecánico diesel
- c) Mecánico de aire
- d) Eléctrico

**INFORME DEL MECANICO**

MAQUINA \_\_\_\_\_

No. ECONOMICO \_\_\_\_\_

( ) = TODO BIEN

( ) = SE EFECTUO AJUSTE

( ) = NECESITA REPARACION, NO SE HA EFECTUADO

En caso de combustible, aceite o lubricantes, anotar cantidad agregada.

Detallar al pie de la página, una explicación de las reparaciones efectuadas, o la razón por la cual no se realizarán.

NOTA 1: Quitar el polvo y limpiar todas las tapas, antes de llenar tanques, radiadores, motor, transmisión, diferencial, depósitos.

NOTA 2: Limpiar todas las graseras antes de lubricar, mantener limpia la boquilla de lubricación.

NOTA 3: No deben usarse trapos, latas, tapones de madera, ni ninguna otra cosa con excepción de la tapa adecuada a cada tanque.

NOTA 4: Usar únicamente lubricantes recomendados.

FECHA: \_\_\_\_\_

UNIDAD No. \_\_\_\_\_

No. SERIE: \_\_\_\_\_

LECTURA HOROMETRO \_\_\_\_\_ INICIAL

\_\_\_\_\_ FINAL

Por todo lo anterior, se puede observar que si se puede programar el mantenimiento preventivo, lo que trae como consecuencia disminución de costos y mayor vida útil del equipo, ahora para poder controlar esta programación de acuerdo al No. de horas de servicio, se usarán formas hechas a las necesidades de la empresa llamadas cartas de control que de ellas se hablará en el siguiente capítulo.

## **C A P I T U L O II**

### **ADMINISTRACION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION**

## OBJETIVO PARTICULAR

Estructurar el mantenimiento preventivo de tal forma que el lector encuentre un instrumento idóneo, para ser aplicado al área de trabajo de que se trate, observando que tal aplicación se puede realizar tanto, en el sector construcción como el industrial.

## 2) CARTAS DE CONTROL, USO Y MANEJO DE LA BITACORA

Es responsabilidad de la obra proporcionar el mantenimiento preventivo, adecuado para la correcta conservación de la maquinaria, implantando por medio de una programación correcta como la mostrada en el inciso 1.3 del Capítulo I, con apoyo del mantenimiento predictivo, que nos dan a conocer las medidas de la maquinaria y poder efectuar las correcciones oportunas.

### CONDICIONES ADVERSAS AL MANTENIMIENTO

Se mencionan aquellas que afectan directamente a la maquinaria para que tenga cuidado de prevenirlas, las más importantes son:

- 1) Factor de humedad
- 2) Epoca de lluvias
- 3) Temperatura ambiente
- 4) Corrosión
- 5) Contaminación (días sin auto)
- 6) Condiciones del agua
- 7) Condiciones del área de trabajo
- 8) Tipo de material a mover

Para facilitar el control, se da a continuación un catálogo de formas.

**SOLICITUD DE MAQUINARIA**

OBRA _____	>FECHA _____	
TIPO DE MAQUINA SOLICITADA _____		
MARCA PREFERIDA _____		
MODELO _____		
CAPACIDAD _____		
TIEMPO DE UTILIZACION _____ HORAS	A PARTIR DE _____ HASTA _____	
ESTA EN PROGRAMA DE UTILIZACION	SI ( )	NO ( )
INFORMACION COMPLEMENTARIA _____		
_____		
_____		

**SUPERINTENDENTE**

**JEFE SUPERINTENDENTES**

**COORD. MAQUINARIA**

**SUB-CJE.CONSTRUCCION**



INVENTARIO FISICO DE MAQUINARIA

EMPRESA: \_\_\_\_\_

OBRA \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NO. ECD.	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA			CARACTERISTICAS DEL MOTOR			PROCEDENCIA	FECHA DE LLEGADA	NO. DE CONTROL	CROMOMETROS		HORAS TRABAJADAS	
		MARCA	MODELO	SERIE	TIPO	MARCA	MODELO				SERIE	INICIAL		FINAL

\_\_\_\_\_  
ING. MECANICO

\_\_\_\_\_  
SUPIE. DE MAQUINARIA

\_\_\_\_\_  
SUPIE. OBRA

**MAQUINARIA  
CONTROL DE ENVIO**

EMBARCADO EN _____ POR _____ _____ FIRMA _____ FECHA _____	TRANSPORTADO POR _____ CANTON      MARCA      PLACA HOMBRE CHOPER _____ GUIA NO. _____ IMPORTE \$ _____ FECHA _____	RECIBIDO EN _____ POR _____ _____ FIRMA _____ FECHA _____
DOCUMENTOS ADJUNTOS      SI      NO BITACORAS      ( )      ( ) CATALOGO DE PARTES      ( )      ( ) MANUAL OPERACION      ( )      ( ) CONTROL CALIDAD      ( )      ( ) FACTURA ORIGINAL      ( )      ( ) PEDIMENTO ADUANAL      ( )      ( ) MARCAR CON UNA X	NO. ECO.	CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA Y ADITAMENTOS

ACUSE DE RECIBO

VALOR COMERCIAL \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
SUPERINTENDENTE DE MAQUINARIA

**MAQUINARIA  
CONTROL DE CALIDAD**

DE ENVÍO ( )  
DE RECEPCIÓN ( )

No. ECONOMICO. \_\_\_\_\_ OBRA \_\_\_\_\_ ORDEN NO. \_\_\_\_\_

INSPECCION \_\_\_\_\_ COMPANIA \_\_\_\_\_

MAQUINA \_\_\_\_\_ MODELO \_\_\_\_\_ SERIE \_\_\_\_\_ HORIMETRO \_\_\_\_\_

SALE A \_\_\_\_\_ LLEGADA DE \_\_\_\_\_

MOTOR	GASOLINA ( )	DIESEL ( )	REPARADO ( )	PORCENTAJE DE VIDA	SALIDA	LLEGADA
1) RADIADOR	( )	( )		47) EMPUJADOR	( )	( )
2) VENTILADOR	( )	( )		48) CARGADOR	( )	( )
3) BANDA VENTILADOR	( )	( )		49) RETORCECAVADORA	( )	( )
4) BOMBA AGUA	( )	( )		50) CUCHARON O BOIE	( )	( )
5) BOMBA ACEITE	( )	( )		51) LANZA ARRESTE	( )	( )
6) BOMBA TRANSFERENCIA	( )	( )		52) TIRON O ALACRAM	( )	( )
7) BOMBA INYECCION	( )	( )		53) GANCHO	( )	( )
8) TURBO CARGADOR	( )	( )		54) FAIRLEAD O GUIA CABLE	( )	( )
TRANSMISION				55) PILMA	( )	( )
9) CLUTCH	( )	( )		56) CABLE	( )	( )
10) CRUCETA	( )	( )		6) DE EXTENSION	( )	( )
11) PLEGMAS CARDAN	( )	( )		6) DE BOSTEN	mta.	( )
12) CAJA VELOCIDADES	( )	( )		6) DE LEVANTE	mta.	( )
13) DIFERENCIAL	( )	( )		6) DE ARRASTRE	mta.	( )
14) MANEJO VIRALES	( )	( )		FILTROS, NIVELES Y TAPONES		
TRANSITO				57) COMBUSTIBLE	( )	( )
15) RUEDAS GUIA	( )	( )		58) ACEITE MOTOR	( )	( )
16) CATARINAS	( )	( )		59) TRANSMISION	( )	( )
17) RODILLOS SUPERIORES	( )	( )		60) HIDRAULICO	( )	( )
18) RODILLOS INFERIORES	( )	( )		61) AIRE	( )	( )
19) RODILLO CASETA	( )	( )		62) AGUA	( )	( )
20) CADENAS	( )	( )		FRENOS		
21) ZAPATAS	( )	( )		63) DE MANO	( )	( )
SISTEMA ELECTRICO				64) DE PIE	( )	( )
22) MOTOR DE ARRANQUE	( )	( )		CARROCERIA		
23) GENERADOR	( )	( )		65) ASIENTOS	( )	( )
24) ALTERNADOR	( )	( )		66) CRISTALER	( )	( )
25) REGULADOR	( )	( )		67) VOLANTE	( )	( )
26) SWITCH ENCENDIDO	( )	( )		68) PERILLAS Y PALANCAS	( )	( )
27) PREGALESTADOR	( )	( )		69) RINES	( )	( )
28) PAJO AUTOMATICO	( )	( )		70) TANQUE COMBUSTIBLE	( )	( )
29) BATERIAS	( )	( )		71) TANQUE HIDRAULICO	( )	( )
30) INSTALACION	( )	( )		72) SILENCIADOR	( )	( )
31) CLAVON	( )	( )		73) MOLATERIA	( )	( )
32) LUCES	( )	( )		74) PINTURA	( )	( )
33) CALAVERAS	( )	( )		75) LIMPIAPARRISAS	( )	( )
TABLERO DE INSTRUMENTOS				76) CASETA	( )	( )
34) HORIMETRO	( )	( )		77) PARRISAS Y CRISTALES	( )	( )
35) AMPERIMETRO	( )	( )		78) ESRIKOS	( )	( )
36) TERMOMETRO	( )	( )		79) TAPAS MOTOR	( )	( )
a) AGUA MOTOR	( )	( )		80) TOLVAS	( )	( )
b) ACEITE MOTOR	( )	( )		RODILLOS VIBRATORIOS		
c) ACEITE TRANSMISION	( )	( )		81) BANDAS	( )	( )
37) TACOMETRO	( )	( )		82) CLUTCH	( )	( )
38) MANOMETRO	( )	( )		83) ACELERADOR REMOTO	( )	( )
a) ACEITE MOTOR	( )	( )		84) RASPADORES	( )	( )
b) ACEITE TRANSMISION	( )	( )		VARIOS		
c) COMBUSTIBLE	( )	( )		85)	( )	( )
d) AIRE	( )	( )		86)	( )	( )
SISTEMA HIDRAULICO				87)	( )	( )
39) BOMBA HIDRAULICA	( )	( )		88)	( )	( )
40) BANCO DE VALVULAS	( )	( )		89)	( )	( )
41) MANGUERAS Y CONEXIONES	( )	( )		90)	( )	( )
42) PISTONES HIDRAULICOS	( )	( )		91)	( )	( )
43) ACUMULADOR NITROGENO	( )	( )		92)	( )	( )
EQUIPOS				93)	( )	( )
44) CUCHILLAS	( )	( )		94)	( )	( )
45) SAVILANES	( )	( )		95)	( )	( )
46) ESCRIFICADOR	( )	( )		96)	( )	( )
				97)	( )	( )
				98)	( )	( )
				99)	( )	( )
				100)	( )	( )

B. - BUEN ESTADO

M. - MAL ESTADO

O. - FALTANTES

**MAQUINARIA**  
**AVALUO DE LLANTAS**

OBRA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

MAQUINA : _____ No. ECD. : _____ FORMULO : _____	LLEGADA DE : _____ SALE A : _____ FECHA : _____
--	---

POSICION	MARCA	SERIE	MEDIDA Y No. DE CAPAS	N R	ESTADO	32 AVOS.	% VIDA	CASCO	PESO	TOTAL

N NUEVA  
R RENOVADA

BITACORA

\_\_\_\_\_  
SUPERINTENDENTE DE MAQUINARIA

**CONTROL DE RECEPCION DE MAQUINARIA**

OBRA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NO. ECO. _____	MAQUINA _____	MARCA _____	MODELO _____	SERIE _____
PROCEDENCIA _____			FECHA DE LLEGADA _____	
RENTADA		SI ( )	NO ( )	
CONTROL DE ENVIO		SI ( )	NO ( )	
CONTROL DE CALIDAD		SI ( )	NO ( )	
BITACORA DE MANTENIMIENTO		SI ( )	NO ( )	
CATALOGOS		SI ( )	NO ( )	ESPECIFICAR _____
MANUAL		SI ( )	NO ( )	ESPECIFICAR _____
AVALUO DE LLANTAS		SI ( )	NO ( )	
OBSERVACIONES _____				
_____				
_____				

**SUPTE. DE MAQUINARIA**      **BITACORA**

PROGRAMA DE REPARACION DE MAQUINARIA MAYOR

OBRA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NO. ECD.	MAQUINA	HRS. ACDM.	HRS. TRABAJO EN OBRA	HRS. MENSUAL PROM.	HRS PROBABLE DE REPARACION												OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
SUPTE. DE MAQUINARIA

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR DE MAQUINARIA

\_\_\_\_\_  
SUPTE. DE OBRA

**PROGRAMA DE VENTAS**

DIVISION: \_\_\_\_\_

EJERCICIO: \_\_\_\_\_

EMPRESA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NO. ECO.	PROPIETARIO	PSEUDO PROPIETARIO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO FAB.	AVALUO	FACTOR VENTAS	ESTADO FISICO	LOCALIZACION	P.R.V.

FORMULO

Vo.    Bo.

AUTORIZO

AUTORIZO

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR EMPRESA

\_\_\_\_\_  
GERENTE EMPRESA

\_\_\_\_\_  
GERENTE ADMINISTRATIVA

\_\_\_\_\_  
VICEPRESIDENTE DIVISIONAL

PROGRAMA DE UTILIZACION DE MAQUINARIA

OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

NO. I.C.O.	MAQUINARIA	TIEMPO DE UTILIZACION								OBSERVACIONES

SUPERINTENDENTE
Jefe de SUPERINTENDENTES
CORD. MAQUINARIA
SUB-GE. CONST.
GERENTE



SOLICITUD DE REPARACION DE MAQUINARIA MENOR

OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_

MAQUINARIA: \_\_\_\_\_

NO ECO \_\_\_\_\_

MARCA \_\_\_\_\_

HOROMETRO ACTUAL: \_\_\_\_\_

MODELO \_\_\_\_\_

HORAS TRAEJADAS EN OBRA: \_\_\_\_\_

SERIE \_\_\_\_\_

CAMBIO DE \_\_\_\_\_

REFARACION \_\_\_\_\_

FECHA ULTIMO CAMBIO \_\_\_\_\_

FECHA ULTIMA REPARACION \_\_\_\_\_

COSTO APROXIMADO \_\_\_\_\_

MANO DE OBRA \_\_\_\_\_

FECHA INICIACION \_\_\_\_\_

HORAS - HOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA TERMINACION: \_\_\_\_\_

S O L I C I T O

A U T O R I Z O

SUPTE. DE MAQUINARIA COORD. DE MAQUINARIA

CONTROL FISICO DIVISIONAL

Forma No. 10

**MAQUINARIA**

**LIQUIDACION DE REPARACION DE MAQUINARIA MAYOR**

OBRA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_

MAQUINARIA: \_\_\_\_\_ NO. L.C.O. \_\_\_\_\_

LECTURA DE HOROMETRO: \_\_\_\_\_

FECHA SOLICITUD: \_\_\_\_\_

IMPORTE TOTAL REPARACION: \_\_\_\_\_

CANTIDAD AUTORIZADA: \_\_\_\_\_

FECHA INICIACION: \_\_\_\_\_

HORAS HOMBRE EMPLEADAS: \_\_\_\_\_

FECHA TERMINACION: \_\_\_\_\_

CAMBIO DE: \_\_\_\_\_

REPARACION: \_\_\_\_\_

**DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO**

DETALLE DEL CARGO: \_\_\_\_\_

REACCIONES: \_\_\_\_\_

MATERIALES: \_\_\_\_\_

OBRA DE MANO: \_\_\_\_\_

INDIRECTOS: \_\_\_\_\_

IMPORTE TOTAL: \_\_\_\_\_

**FORMULO**

**AUTORIZO**

COORD. DE MAQUINARIA

Forma No. 11

CONTROL FISICO DIVISIONAL

A continuación se describe lo que deberá contener la bitácora y se da el diagrama de flujo de su uso.

- 1) FOTOGRAFÍAS DE LA MÁQUINA
  - a) Envío de la máquina
  - b) Recepción de la maquinaria
  - c) Tomadas cada 6 meses
- 2) CONTROL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
  - a) Características de la máquina
  - b) Instructivo para su aplicación
  - c) Control general de horas acumuladas
  - d) Control diario y de servicios
  - e) Cartas de mantenimiento
  - f) Control de incidencias (comentarios breves)
- 3) COPIAS DE LOS CONTROLES DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE LA MÁQUINA
- 4) COPIAS DE LOS CONTROLES DE CALIDAD, ENVÍO, RECEPCIÓN
- 5) CONTROL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
  - a) Copias del informe de la camioneta de diagnósticos
  - b) Copias del informe del laboratorio de análisis de aceite
- 6) COPIAS CERTIFICADAS DE:
  - a) Factura de la máquina
  - b) Pedimento de importación de la máquina
- 7) COPIAS DE OTROS REPORTES O INFORMES DE LA MÁQUINA
  - a) Solicitud de reparación
  - b) Liquidaciones mayores
  - c) Radiogramas o memorándums referentes a (A) y (B)
  - d) Registro de reparaciones efectuadas a la máquina



## 2.1) PROGRAMAS DE UTILIZACION DEL EQUIPO

El propósito del programa de utilización de maquinaria (P.U.M.), es fijar - directrices que enmarquen la acción de los funcionarios y empleados, hacia una educada utilización de la maquinaria y equipo.

El (P.U.M.) define los programas de, reparación y mantenimiento de la ma - quinaria y debe establecerse en forma tal que su conocimiento evite tener que recurrir al equipo rentado a terceros, sólo cuando se haya agotado la capaci - dad del equipo.

Es conveniente que exista un programa anual de utilización actualizado ca - da tres meses, de acuerdo a las necesidades de utilización de equipo.

Se debe incluir un programa de reparación y mantenimiento que será formula - do por el coordinador de maquinaria, previendo las reparaciones mayores.

Previo a toda reparación mayor, deberá existir un análisis que permita de - cidir entre la reparación o adquisición de conjuntos.

Para proceder a rentar equipo a terceros, es necesario contar con la evi - dencia escrita de la coordinación de maquinaria para que se cerciore de que no exista equipo disponible propiedad de la empresa.

### PROFORMAS DE RENTA DE MAQUINARIA:

Es la forma de tener un control de las rentas mensuales, para no tener des - viaciones de los costos por depreciación y costos de mantenimiento y financie - ros establecidos, tomando las siguientes consideraciones.

- 1) Se debe recuperar el valor de la inversión
- 2) Porcentaje de rescate es en función de los valores comerciales al termi - no de su vida útil
- 3) La vida útil se establece basado en los datos del green guide y con la experiencia y la estadística que tiene la compañía
- 4) El tiempo para la primera reparación es en base a datos del fabricante y experiencia de la compañía
- 5) Se considera recuperar el 50% de la inversión cuando el equipo es más productivo (antes de la primera reparación)

## DEFINICION DE TARIFAS

### TARIFA 1 (T1)

De cero a primera reparación (6 000 hrs. de trabajo normalmente)

Cálculo de (T1)

$$T1 = D1 + GM1 + GA1 + GF1$$

en donde:

$$D1 = \frac{\text{valor de adquisición} - \text{valor de rescate} / 2}{\text{vida hasta la primera reparación (6,000 hrs.)}}$$

GM1= gastos de mantenimiento mayor (el factor determinado es de 0.61 x D1)

GA1= gastos administrativos (su factor es de 0.09 x D1)

GF1= gastos financieros por la adquisición de equipo nuevo (el factor determinado es de 0.45 x D1)

En conclusión: si D1= 1 por lo tanto T1= D1 x 2.15

### TARIFA 2 (T2)

A partir de las 6 001 hrs. de trabajo hasta la terminación de su vida útil

Cálculo de (T2)

$$T2 = D2 + GM2 + GA2 + GF2$$

$$D2 = \frac{\text{valor de adquisición} - \text{valor de rescate} / 2}{\text{vida útil (más de 6,001 hrs.)}}$$

$$GM2 = D2 \times 0.61$$

$$GA2 = D2 \times 0.09$$

$$GF2 = D2 \times \frac{0.45}{1.15}$$

En conclusión: si D2=1, por lo tanto T2= D2 x 2.15

NOTA: Algunas empresas dan un incentivo por trabajar las máquinas más de las horas mínimas establecidas por la dirección de la compañía de tal forma que las tarifas quedarían de la siguiente forma:

EJEMPLO: Para el caso de T1

Si una máquina rebasa las 250 hrs., de trabajo en el mes ya no se aplica el gasto financiero sobre las horas excedentes, es decir, cuando trabaja 300 horas su renta total será:

$$\text{Renta total} = D1 \times 2.15 \times 250 \text{ hrs.} + D2 \times 1.7 \times 50 \text{ hrs.}$$

Para el caso de T2

No se aplicará el gasto financiero a la máquina que rebasa las 200 hrs.

EJEMPLO: Si una máquina trabaja 250 hrs.

$$\text{Renta Total} = D2 \times 2.15 \times 200 \text{ hrs.} + D2 \times 2.15 \times 50 \text{ hrs.}$$

El caso de renta entre filiales su tarifa es la siguiente:

$$T1 = D1 \times 2.5 \quad \text{EQUIPO NUEVO}$$

$$T2 = D2 \times 2.5 \quad \text{EQUIPO USADO}$$

El factor 2.5 lo compone 2.15 más el diferencial que es para cubrir los gastos generales y la utilidad de la empresa.

Las tarifas de rentas se actualizarán según la variación en el tipo de cambios que presente la moneda del país de procedencia de la maquinaria.

#### PROPORMA DE COSTOS HORARIO

Los costos horarios en la industria de la construcción en México se fija en base a reglas generales para la contratación y ejecución de las obras públicas, el cual describiremos a continuación, no sin antes mencionar que este criterio es muy general y para tener parámetros por conceptos que están establecidos por políticas de la compañía, como son operación, consumos, rentas técnicas, mantenimiento menor de obra, llantas y taller mecánico, se deberán controlar estadísticamente, lo cual no se tiene con regularidad ni actualizados.

Lo que se propone es que se debe llevar una estadística mensual de costo - horarios con sus cuentas de maquinaria, ya que no es conveniente llevarlo por separado del control contable de la obra.

La integración de los precios unitarios que forman parte de un contrato para la ejecución de obras públicas, deberá sujetarse a los criterios fijados en las siguientes bases y lineamientos generales, y en los que corresponda a lo - señalado en la ley de obras públicas y su reglamento.

Criterios para el cálculo de los costos de maquinaria según las reglas generales para la construcción de obras públicas.

Apegándose a lo indicado en la sección 5 de las reglas generales para la contratación y ejecución de la ley de obra pública tenemos:

1.- Cargos que integran un precio unitario

Un precio unitario se integra sumando todos los cargos

- a) Directos
- b) Indirectos
- c) Utilidad
- d) Adicional

a) CARGOS DIRECTOS: Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones, y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

b) CARGOS INDIRECTOS: Son los gastos de carácter general no incluidos en los cargos en que deba incurrir "el contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.

c) CARGOS POR UTILIDAD: Es la ganancia que debe percibir "el contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.

2.- Integración de los cargos directos

Los cargos directos están formados por:

- a) Cargos por materiales:  $M = PmC$
- b) Cargos por mano de obra:  $N_o = \sum s/R$



- c) Cargo por herramienta:
- d) Cargo por maquinaria y equipo
- e) Cargo por equipo de seguridad

$$\begin{aligned}
 H_e &= k_h \times M_o \\
 C_m &= \frac{CHM}{RM} \\
 E_s &= K_s M_o
 \end{aligned}$$

### 3. CARGO DIRECTO POR MAQUINARIA

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas y especificaciones, de construcción de "la dependencia" o "entidad" y conforme al programa establecido.

**EL CARGO DIRECTO UNITARIO POR MAQUINARIA "CM"** se expresa como el cociente del costo horario directo de las máquinas, entre el rendimiento horario de dichas máquinas. Se obtendrá mediante la ecuación:

$$CM = \frac{CHM}{RM}$$

En la cual:

"CHM" representa el costo horario directo de la maquinaria nueva en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes, unidades de medida.

"RM" = Representa el rendimiento horario expresado en la unidad de que se trate.

a) Cargos fijos.- Son los correspondientes a depreciación, inversión seguros y mantenimiento.

a.1) **CARGO POR DEPRECIACION.**- Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este cargo está dado por

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

En la que:

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, - el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de la vida económica.

"Ve" representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

a.2) **CARGO POR INVERSION.** - Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria.

Está dado por:

$$I = \frac{(V_a + V_r) i}{2H_a}$$

En la que:

"Va" y "Vr" representan los mismos valores enunciados en el punto a.1)

"Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

"i" representa la tasa de interés expresada en decimales

Las dependencias y entidades para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés "i", los contratistas en sus propuestas de concurso propondrán la tasa de interés que más le convenga.

En los casos de ajustes por variación del costo de los insumos que inter vengan en los precios unitarios, y cuando haya variaciones de las tasas de interés, el ajuste de éste se hará en base al relativo de los mismos, conforme a los que hubiera determinado el Banco de México en la fecha del concurso correspondiente a la fecha de la revisión.

a.3) **CARGO POR SEGUROS.**- Es el que cubre los riesgos a que está sujeto la maquinaria de construcción durante su vida económica, por accidentes que sufra, este cargo forma parte del precio unitario, ya sea que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros, o que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria.

Este cargo está dado por:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2} \cdot \frac{S}{H_a}$$

En donde:

"Va" representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas, en su caso.

"Vr" representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

"S" representa la prima anual promedio fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales.

"Ha" representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

a.4) **CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR O MENOR:** Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones durante su vida económica.

**CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR:** Son las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que pueden realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar maquinaria de los frentes de trabajo. Este cargo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

**CARGO POR MANTENIMIENTO MENOR:** Son las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectuarán en las propias obras, así como los cambios de líquido, para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas.

Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por:

$$M = QD$$

En la que:

"Q" es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor, este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo, y se fija en base a la experiencia estadística.

"D" representa la depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto en a.1).

b).- **CARGO POR CONSUMOS.**- Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustible u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

b.1) **- CARGO POR COMBUSTIBLE.**- Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores.

El cargo por combustible "E" se obtendrá, mediante la ecuación

$$E = C PC$$

En la cual:

"C" representa la cantidad de combustible necesario, por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente está en función de la potencia del motor del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

"PC" representa el precio del combustible puesto en la máquina.

**b.2) CARGO POR OTRAS FUENTES DE ENERGIA.-** Es el cargo por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en la regla anterior. La determinación de este cargo requerirá en cada caso de un estudio especial.

**b.3) CARGO POR LUBRICANTES.-** Son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Se obtendrá de la ecuación:

$$AL = (C/t + AL) PL$$

En la cual:

"AL" representa la cantidad de aceite lubricante necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceite.

"PL" representa el precio de los aceites puestos en las máquinas.

$$AL' = C/t + AL$$

"C" representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes.

**b.4) CARGO POR LLANTAS.-** Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse el valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

El cargo por llantas "N" se obtendrá de la ecuación:

$$N = \frac{Vn}{Hv}$$

En la cual:

"Vn" representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

"Hv" representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina, cargas de soporte y clima en que se operen.

c).- Cargos por salarios para operación.- Es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo de la misma.

Este cargo se obtendrá mediante la ecuación:

$$C_o = \frac{S_o}{H}$$

"S<sub>o</sub>" representa los salarios por turno del personal necesario para operar - la máquina, entendiéndose por salarios la definición dada en la regla.

"H" representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

d) CARGO POR TRANSPORTE EXTRAORDINARIO DE MAQUINARIA.-Corresponde a las erogaciones necesarias para traslados extraordinarios de maquinaria ordenados por la "dependencia" o "entidad". Este cargo se analizará como un concepto de trabajo específico.

e) CARGO POR ALMACENAJE.- Es el cargo derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y vigilancia de la maquinaria durante los periodos de su vida económica considerados inactivos. Este cargo está representado por la ecuación:

$$A = KD$$

Donde:

"A" representa cargo por almacenaje por hora efectiva de trabajo.

"K" representa un coeficiente calculado en relación con las rentas de los locales necesarios para guardar la maquinaria, de los salarios del personal de vigilancia.

"D" depreciación de la maquinaria.

NOTA: En el capítulo IV se dan ejemplos de los costos de maquinaria.

## 2.2) ENVIO, RECEPCION, ENTREGA Y/O DEVOLUCION DE MAQUINARIA

1) Una vez que la coordinación de maquinaria envía la maquinaria a la obra, ésta deberá ser recibida por un ingeniero mecánico de obra, para comprobar que la máquina es de las características que se solicitó, y mediante una inspección visual verificar que venga completa con todos sus componentes y confirmar lo que se describe en el control de envío de quien está entregando la máquina.

Las piezas de fácil extravío deben de colocarse en un lugar seguro, al transporte.

El transporte es responsabilidad del que envía, y el que recibe tiene que estar preparado en la obra para ponerla en operación al menor tiempo posible.

Para comprobar todo lo mencionado en el control de envío la obra deberá llenar los formatos que se presentarán en el inciso 2 de este capítulo.

- |                         |               |
|-------------------------|---------------|
| a) CONTROL DE RECEPCION | (FORMA No. 6) |
| b) CONTROL DE CALIDAD   | (FORMA No. 4) |
| c) AVALUO DE LLANTAS    | (FORMA No. 5) |

Se debe tomar en cuenta que existen cinco opciones de suministro de maquinaria.

- 1) Nueva
- 2) Reparada
- 3) Sin reparar
- 4) Entre obras
- 5) Renta a terceros

### 1.1) MAQUINA NUEVA

Deberá venir acompañada de los documentos siguientes:

- a) Control de envío (Forma No. 3)
- b) Póliza de garantía

- c) Manual de mantenimiento y operación
- d) Manual de partes
- e) Bitácora
- f) Comprobante de alta al seguro
- g) Copia del permiso de importación

### **1.2) MAQUINARIA REPARADA**

Todas las máquinas mayores, que salgan reparadas de talleres, fuera de la obra, serán entregados en obra y el primer servicio de mantenimiento preventivo de éstas serán realizadas con personal de dichos talleres, de presentar algún desperfecto, en los conjuntos que fueron reparados, se podrá solicitar el servicio de garantía.

El personal de maquinaria de obra no interviene, para que la garantía tenga validez.

### **1.3) MAQUINARIA SIN REPARAR**

Deberá venir acompañada de los documentos siguientes:

- a) Control de envío (Forma No. 3)
- b) Copia de diagnóstico, el más reciente
- c) Manual de mantenimiento y operación
- d) Manual de partes
- e) Bitácora
- f) Comprobante de alta al seguro

### **1.4) CAMBIO DE MAQUINARIA ENTRE OBRAS**

La maquinaria deberá de ser enviada a la obra que la requiere con los controles de la opción 3.

Cuando se efectúe un movimiento de maquinaria entre obras es importante que éstas, avisen a la coordinación de maquinaria de la empresa y ésta a su vez informe al control de maquinaria de las obras, con la finalidad de aplicar correctamente la renta a la obra que corresponda.



Lo anterior se efectúa con el control de envío correspondiente.

#### **1.5) RENTA MAQUINARIA A TERCEROS**

Es necesario contar con la evidencia escrita de parte de la dirección de maquinaria de que no existe disponible.

Con estudios y estadísticas de maquinaria del sector de construcción, localiza y selecciona el arrendador que cuenta con la máquina que se solicita.

Se verifica con un diagnóstico que el arrendador tenga la maquinaria que se requiere en buenas condiciones, mecánicas para su operación, la cual contará con un horómetro correspondiente.

Se debe exigir al arrendador lo siguiente:

- a) Control de envío
- b) Control de calidad

#### **2) RECEPCION DE MAQUINARIA**

Procedimiento a elaborar la siguiente documentación:

- a) Control de recepción, (Forma No. 6)
- b) Control de calidad de recepción, (Forma No. 4)
- c) Avalúo de llantas, (Forma No. 5), en caso de ser necesario

Todos los documentos de recepción deben de compararse con los componentes que trae la máquina con el fin de determinar las diferencias.

#### **3) ENTREGA Y/O DEVOLUCION DE MAQUINARIA**

Al término de la obra, cada una de las máquinas (mayor, menor y vehículos) deberá ser entregado al control físico de maquinaria, con el desgaste del demérito normal.

El ingeniero mecánico asignado a la obra será el responsable de solicitar

al superintendente de construcción la autorización, para que la máquina se envíe completa en todas sus partes y accesorios con buena presentación de pintura y vestidura.

Deberá llevar los documentos siguientes:

- a) Control de envío (Forma 3)
- b) Bitácora
- c) Control de calidad (Forma 4)
- d) Manuales de operación y mantenimiento
- e) Catálogo de partes
- f) Avalúo de llantas (en caso de ser necesario)
- g) Pedimento aduanal si viene de frontera
- h) Documentos y placas para trámites (vehículos)

Las ventajas para la obra son:

- 1) Cargos anticipados mínimos
- 2) Se tiene derecho a que el costo de la reparación mayor se aplique a la reserva de la maquinaria, para lo cual se debe haber cumplido con el mantenimiento preventivo menor, el predictivo se debe contar con la evidencia de la comunicación con el laboratorio de análisis de aceite.

Las tablas que a continuación se anexa, nos muestra la vida de los conjuntos en horas, nuevos y usados, (ver tabla No. 14).







### 2.3) APROVISIONAMIENTO NECESARIO

Los recursos necesarios, para efectuar un mantenimiento aplicado a la maquinaria durante su estancia en la obra deben tener características de tecnología actualizada de seguridad, uso correcto y adecuado, lo cual prolonga la vida útil de la maquinaria.

Los recursos se aplicarán mediante servicios de 10, 50, 125, 250, 500, -- 1000 y 2000 hrs. de trabajo, también se aplicarán a reparaciones por corrección de fallas en los conjuntos, subconjuntos y elementos constitutivos de la maquinaria y son los siguientes:

- a) Equipo auxiliar
- b) Herramientas en general
- c) Instalaciones

#### a) EQUIPO AUXILIAR

TIPO	DESCRIPCION
1) COMPRESOR DE TALLER	PARA VULCANIZAR Y ENGRASE
2) PLANCHA VULCANIZADORA	REPARACION DE LLANTAS
3) PRENSA HIDRAULICA 50 TN.	PARA SEPARAR O UNIR PIEZAS
4) SOLDADORA DE COMB. 300 AMP	TRABAJOS DE SOLDADURA
5) EQUIPO DE LUBRICACION F-350	EFECTUAR SERVICIOS VARIOS
6) LAVADORA DE PRESTION	LIMPIEZA DE LA MAQUINARIA
7) CAMION PARA COMBUSTIBLE F-600	REPARTO A LA MAQUINARIA (DIESEL)

## B) HERRAMIENTA EN GENERAL.

A continuación se presenta un listado de herramienta que es necesario tener en el almacén de maquinaria, para ser utilizado por el personal con su debido control de resguardo.

### PERSONAL DE MAQUINARIA

- 1) Mecánico de gasolina
- 2) Mecánico diesel
- 3) Electromecánico
- 4) Orquestero, (mecánico diesel)
- 5) Electricista automotriz
- 6) Mecánico de aire

### HERRAMIENTA MAYOR

- 1) Tornillo de banco con apertura max. de 6 1/2"
- 2) Taladro manual de 1/2 hp
- 3) Esmeril de banco de 1/2 hp
- 4) Gato (pistón hidráulico), tipo patín hasta 4 ton.
- 5) Gato (pistón hidráulico), tipo botella de 20 ton.
- 6) Ensambladora de conexiones de tipo hidráulico
- 7) Cargador de baterías carga lenta (tungar)
- 8) Pulidora de 1/2 hp
- 9) Cubeta engrasadora manual de 18kg. de cap.
- 10) Extractor de birlos
- 11) Opresor de anillos de dos bandas de 8.0"
- 12) Vernier de 0-6.0"
- 13) Torquímetro de 0-250 Lb. ent. 1/2"
- 14) Micrómetro (para interiores)
- 15) Lámparas de puesta a punto de 12 volts de tiempo
- 16) Herramienta p/elevación o tiro (GARRUCHA) 4 ton.
- 17) Marro de 8,0 LB.
- 18) Llave Stillson 12"
- 19) Extractor de poleas de tres patas hasta 12 ton.

- 20) Extractor de cojinetes
- 21) Juego de brocas de 3/16" a 1/2"
- 22) Juegos de números de golpe de 5/32"
- 23) Equipo de corte oxígeno-acetileno.

HERRAMIENTA MENOR

- 1) Juego de llaves mixtas de 1/4 a 1 1/4"
- 2) Juego de llaves españoles 7/16 a 1.0"
- 3) Juego de autocler completo ent. 1/2" con dados de 3/8" a 1.0"
- 4) Desarmadores tipo paleta de 5.0" delgado y 7.0" grueso
- 5) Desarmadores tipo cruz 5.0" delgado y 7.0" grueso
- 6) Martillo de bola 2 Lb
- 7) Pinzas (mecánicas de 8" ,punta 6" ,seguros 9" ,presión de 7"
- 8) Llaves (cadena de 19" inglesa 18")
- 9) Punzones de 3/8" a 3/4"
- 10) Cinceles de 1/4 a 1.0" corta frío
- 11) Arco para segueta
- 12) Cepillo de cerdas metálicas de 3 hileras de 8"
- 13) Calibrador de hojas de 1/2 x 3 5/16"
- 14) Llaves tipo Allen de 5/32 a 3/8"
- 15) Machuelos NPT de 1/8" y 1/4"
- 16) Machuelos STD. de 5/16" a 5/8" tipo cónico
- 17) Machuelos MF. de 5/16" a 5/8" tipo cónico
- 18) Linterna de 3 pilas tipo "D"
- 19) Limas de 1/2 caña de 6"-8" y 12" y planas misma med.
- 20) Aceitera de 3 onzas
- 21) Desarmadores de caja de 1/4" a 1/2"
- 22) Limaton redondo de 3/8"
- 23) Multímetro mod. 506
- 24) Cautín de pistola 2 colores
- 25) Analizador
- 26) Probador de armaduras (Drauler)
- 27) Hidrómetro probador de líquido
- 28) Llave perico inglesa 14"
- 29) Maneral de fuerza ent. 1/2"
- 30) Pinzas de punta 8", corte 8"
- 31) Flejadora



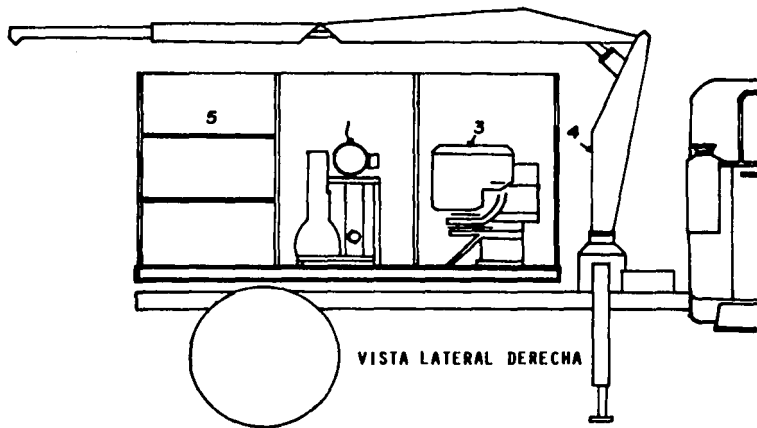
32) Voltamperímetro de gancho 10- 1000 AMP

33) Llaves estrías 9/16 x 1/2"

### C) INSTALACIONES

A continuación se da dos croquis, uno del taller fijo y otro del taller - móvil que vienen a ser recursos de apoyo necesarios.

## TALLER MOVIL DE MANTENIMIENTO



### SIMBOLOGIA

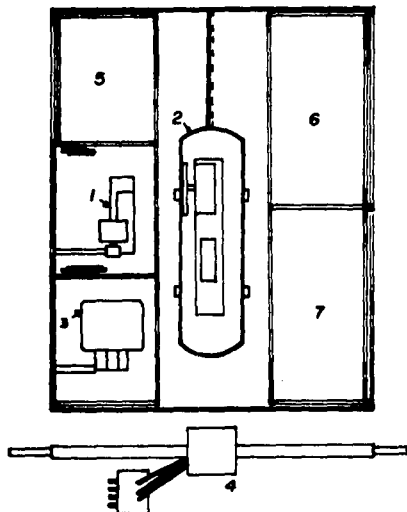
5 HERRAMIENTA  
1 LAVADORA DE PRESION

3 PLANTA DE LUZ  
4 GRUA

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA U




# TALLER MOVIL DE MANTENIMIENTO

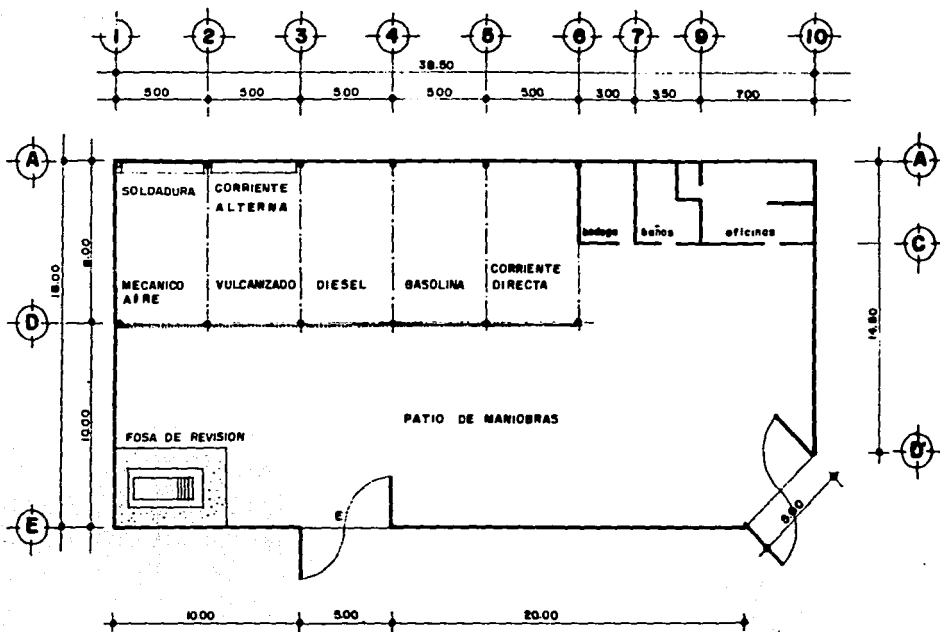
VISTA DE PLANTA



## SIMBOLOGIA

- 1 LAVADORA DE PRESION
- 2 COMPRESOR
- 3 PLANTA DE LUZ
- 4 GRUA
- 5 HERRAMIENTA

- 6 FILTROS Y REFACCIONES
- 7 TORNILLERIA
-  LINEA DE AGUA
-  LINEA DE AIRE
-  LINEA DE ACEITE



**PLANTA ARQUITECTONICA**  
 E S C A L A 1 : 2 0 0

**C A P I T U L O III**

**CONTROL OPERACIONAL**

## OBJETIVO PARTICULAR

En este capítulo se pretende que el lector comprenda la importancia del análisis de pruebas de laboratorio, las funciones de las camionetas de diagnóstico, como apoyo al mantenimiento predictivo, por otro lado se pretende que conozca como evitar desgaste en los elementos de la maquinaria y algo esencial que todo ingeniero de mantenimiento debe saber la seguridad en el trabajo, ya que de ésta depende el bienestar del personal que colabora directamente en los trabajos de mantenimiento, teniendo presente que se trabaja con maquinaria pesada en obras de alto riesgo.

### 3) LABORATORIO, ANALISIS DE PRUEBA

El laboratorio de análisis de aceite incrementa sus actividades, llegando a determinar siete parámetros, que son:

- a) Metales de desgaste
- b) Viscosidad
- c) Índice de viscosidad
- d) TBN (Número total de basicidad)
- e) Temperatura de inflamación e ignición
- f) Dilución por combustible
- g) Contaminación con agua

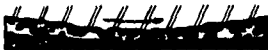
A continuación se describe en que consiste cada punto, basados en normas ASTM D2270-74, ASTM D2602, ASTM D341, ASTM D445, ASTM D3829, clasificaciones para viscosidad SAE y API.

#### a) METALES DE DESGASTE

En el capítulo I, se mencionó los problemas ocasionados por el desgaste, en este indiso daremos las condiciones para que el desgaste suceda.

### ABRACION :

La abración puede ser muy pronunciada bajo algunas condiciones como cuando circulan materias abrasivas tan finas que pueden producir una superficie aparentemente lisa (pulido).



Las partfculas sólidas en la corriente de aceite sacan me tal a su paso.

### FRICCIÓN :



Corte

Los puntos altos se entrelazan y depués son cortados (Se rompen al continuar)



Soldamiento seguido de la fractura

Los puntos altos opuestos - forman pequenísimas soldaduras y al continuar el movimiento se desprenden partes de cualquiera de las superficies.

### CORROSION :



Agua, ácidos, combustible y aceites.

Las materias corrosivas del combustible y otros ácidos atacan el metal destruyéndole progresivamente.

## DESGASTE CORROSIVO

Entre las 2/3 a las 3/4 partes del desgaste del motor corresponde a causa de la corrosión.

La razón es las bajas temperaturas del motor, los resultados son los siguientes:

1) El aceite se contamina excesivamente con agua y otros gases de la combustión.

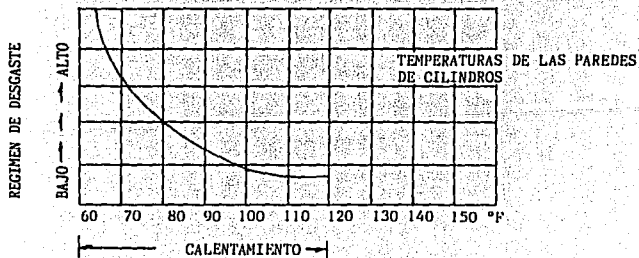
- a) Dilución
- b) Deterioración del aceite
- c) Lodos fríos

2) Se acelera la corrosión

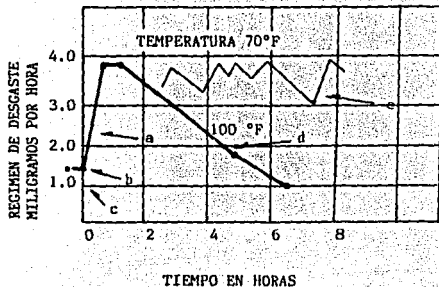
- a) Rápido desgaste del motor; (anillos, cilindros)
- b) Consumo excesivo del aceite
- c) Mayor consumo de combustible

La protección contra el desgaste corrosivo aumenta de acuerdo con el aumento del nivel detergente del aceite, así como la protección contra los depósitos de lodos fríos.

Quando el motor está frío, las materias corrosivas se forman más rápidamente, permanecen en el motor en mayor cantidad.



El régimen de desgaste es muy elevado a bajas temperaturas, se aproxima a los 100-120 ° F en unos minutos puede ocurrir un desgaste considerable.



- Al arrancar el motor el régimen de desgaste aumenta rápidamente
- Nivel de régimen de desgaste
- Nivel con calentamiento previo
- El régimen de desgaste comienza a caer al elevarse la temperatura, pero no rápidamente, los efectos adversos de la operación inicial en frío persisten por mucho tiempo
- Muchas paradas y arranque conservan el régimen promedio de desgaste, a un nivel muy alto

El desgaste persiste aún después de alcanzada la temperatura normal, las paradas y arranques frecuentes ocasionan un régimen de desgaste muy elevado.

Se puede medir el régimen de desgaste del motor, por el grado de radioactividad que indica un contador Geiger sobre el aceite usado.

## b) VISCOSIDAD

La viscosidad en los aceites es una propiedad muy importante, puesto que en base a esta se determina el tipo de lubricante que requiere una máquina en sus conjuntos.



Debido a esto, es necesario vigilar la viscosidad del aceite de cada compartimento, ya que el disminuir o aumentar esta propiedad repercute directamente en la vida útil del conjunto.

Cuando disminuye la viscosidad significa que existen contaminantes que diluyen el aceite, comúnmente combustible o agua, se considera como límite máximo de dilución por combustible 5%, el cual logra descender un grado sea de viscosidad y el agua 0.2% antes de que se genere corrosión.

Si la viscosidad aumenta, indica contenido excesivo de sólidos tales como lacas, barnices, lodos, degradando el lubricante, lo cual indica que las cadenas de hidrocarburos se están rompiendo por efecto de la temperatura, de esfuerzos mecánicos, de fricción.

Esto es que ha perdido sus propiedades de lubricación, detergencia, dispersión y en general su poder antifricciónante y de seguir circulando en el sistema puede provocar depósitos de carbón en partes críticas, taponeando de venas de lubricación y filtros.

### c) INDICE DE VISCOSIDAD

Este análisis consiste en obtener la relación de viscosidad a dos temperaturas, a 100% (especificación SAE) como temperatura aproximada de operación de un motor en condiciones normales y a 40 °C (especificación ISO) considerada como la temperatura de arranque.

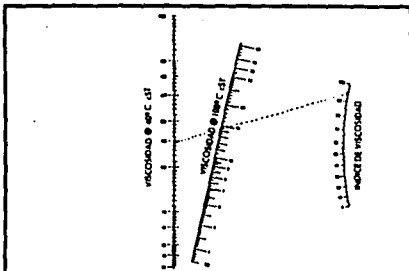
Ante valores altos de índice de viscosidad el aceite tiene la característica de soportar grandes cambios de temperatura sin alterar considerablemente su viscosidad, y a valores bajos no sería capaz de soportar cambios bruscos de temperatura, perdiendo sus propiedades.

### REGLAS FUNDAMENTALES

- a) La viscosidad varía inversamente con la temperatura
- b) La variación no es igual con todos los aceites

Una medida para determinar la variación de la viscosidad con los cambios - temperatura mientras menor sea la inclinación, mayor será el IV (Índice de viscosidad), o menor el cambio de viscosidad con las variaciones de temperatura.

Se emplea una fórmula matemática arbitraria que da resultados desde abajo de (0) hasta bastante más de (100) mediante el monograma de Dean & Davis puede obtenerse el Índice de viscosidad (ASTM D2270-74)



Ejemplo: Una línea recta entre dos viscosidades conocidas de un aceite que tiene 147 cSt a 40°C y 14.2 cSt a 100°C se prolonga hasta interceptar la escala de IV resultando un Índice de Viscosidad de 94 aproximadamente.

#### GUIA GENERAL:

- 1) Bajo IV.- Desde abajo de cero hasta 40 ó 50
- 2) IV Moderado.- de 50 a 90
- 3) IV Elevado.- de 90 a 150
- 4) IV Excelente.- arriba de 150

Un alto Índice de viscosidad no siempre puede ser ventajoso, sin embargo, en la operación automática generalmente resulta benéfico.

#### **d) NUMERO TOTAL DE BASIDAD (TBN)**

El poder cuantificar el TBN de un aceite significa conocer la reserva alcalina con que cuenta.

Esto es muy necesario determinar, ya que el combustible en México tiene un alto contenido de azufre, superior al 0.05% que marca como máximo Carterpillar, el cual al entrar en contacto con agua durante el proceso de combustión, reacciona para formar ácido sulfúrico, mismo que es altamente corrosivo.

Considerando que al estar el aceite en servicio la reserva alcalina disminuye gradualmente, debido a que los aditivos que imparten en el TBN son consumidos al neutralizar los ácidos que se van formando.

Esto sirve como indicativo para determinar que tanto tiempo puede seguir-

se utilizando el aceite dentro del compartimento de tal forma que cuando lle-  
gue a la mitad del TBN que tenía de nuevo, sería tiempo de reemplazarlo.

#### e) TEMPERATURA DE INFLAMACION E IGNICION

La determinación de las temperaturas de ignición e inflamación se conside-  
ra de importancia, puesto que son una medida de apoyo para detectar posibles -  
contaminantes en el aceite. En especial es de gran utilidad en la detección -  
de dilución por algún solvente, normalmente por combustible.

Esto se logra comparando las temperaturas cuando el aceite es nuevo y des-  
pués de ciertas horas de trabajo, de existir una posible dilución se registra-  
como un abatimiento en ambas temperaturas.

Además es una medida de inspección de calidad a los aceites nuevos puesto  
que en base a esta determinación es posible tener una idea tipo del básico em-  
pleado en la elaboración del aceite, ya que los aceites de base parafínica tie-  
nen las temperaturas más altas que los de base naftenica.

Ambas temperaturas sirven de apoyo a la cromatografía en papel (prueba de  
la gota) como la determinación del porcentaje por combustible.

#### f) DILUCION POR COMBUSTIBLE

La prueba de la gota es una determinación que se practica a los aceites de  
motor, en esta cromatografía se pueden observar en forma cualitativa los si-  
guientes aspectos:

La detergencia, la acumulación de contaminantes y la dilución por combusti-  
bles.

Si existen dos pruebas consecutivas que difieren grandemente entre sí son  
un aviso que debe tomarse en cuenta, pues estas variaciones son señal de posi-  
ble falla o contaminación.

Para esta prueba se consideran periodos de cambio de 100 horas aproximadamente y que la cantidad de litros de relleno no sobrepase el 100% de la capacidad del cárter.

### g) CONTAMINACION CON AGUA

Es importante determinar el porcentaje de agua en el aceite, ya que la presencia de este contaminante trae como consecuencia graves problemas de corrosión debido a la formación de ácidos, en especial el ácido sulfúrico, el cual tiene un fuerte poder de ataque, propiciando la fatiga mecánica y la fragilidad del material por corrosión.

Con las observaciones del comportamiento mecánico de cada máquina se determina el conservar o desechar el aceite en uso.

### TOMA DE MUESTRAS

Para efectuar un buen seguimiento estadístico de los análisis de aceite y poder hacer recomendaciones acordes con la realidad, es de vital importancia que la toma de la muestra sea de la forma adecuada, puesto que la veracidad del análisis depende de la forma en que se realice esta operación, para ello se enumeran una serie de recomendaciones a considerar en el muestreo:

- 1) Todas las muestras deberán ser tomadas con una bomba de succión, la cual tiene la misma entrada que el frasco, para evitar una posible contaminación.
- 2) Todas las muestras deberán ser tomadas cuando el aceite esté caliente y bien mezclado, o sea inmediatamente después de parar la máquina.
- 3) Deberán usarse únicamente los recipientes proporcionados por el laboratorio, los cuales son de polietileno de alta densidad para evitar que se colapsen con las altas temperaturas, no se use ningún otro tipo de recipiente (vidrio, cartón, etc.)
- 4) Desechar la manguera utilizada para drenar después de cada muestra, nunca utilice la misma manguera para más muestras.
- 5) Cuide que la posición del frasco sea siempre vertical, para evitar que el aceite contamine la pistola.
- 6) Las hojas de reporte y las etiquetas de los frascos deberán ser llenadas de la manera más completa y explícita, con objeto de obtener la mayor veracidad posible en la interpretación de los resultados de los análisis.

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

Esta se divide en dos etapas:

- 1) Evaluación del comportamiento de desgaste del equipo
- 2) Los criterios generales para efectuar cambios de aceite

Para la primera etapa se cuenta con límites generales de desgaste, los cuales se califican en base a la marca y modelo de la maquinaria, a la marca y modelo del motor y del comportamiento que se trate, se hace la evaluación en base a cuatro metales de desgaste.

Cobre, fierro, cromo y aluminio considerados como los más importantes, puesto que el ascenso de alguno de ellos es indicativo inmediato de posible falla en algún elemento del compartimiento.

Para los valores altos de dichos metales, se asocian posibles fallas, en el caso del cobre se sugiere en forma general la revisión de bujes y discos para el fierro se sugieren válvulas, engranes y camisas, para el cromo se sugieren anillos y baleros y para el aluminio arandelas y cojinetes.

También se analiza un elemento más, el silicio, considerado como un contaminante, a valores elevados de éste se indica revisar posibles entradas de tierra y polvo al compartimiento y verificar el estado físico del filtro de aire.

Los límites de desgaste fueron obtenidos con la recopilación de información de parámetros que marcan los fabricantes de la maquinaria como lo son: Caterpillar, Cummins, Perkins, Mercedes Benz, GMC, etc.

La segunda etapa de interpretación se tiene lineamientos generales para el cambio de aceite, estos límites están basados en la comparación de las determinaciones, cuando el aceite es nuevo y después de que el aceite ha sido trabajado, (viscosidad e índice de viscosidad).

### 3.1) CAMIONETAS DE DIAGNOSTICO

Para efectuar el mantenimiento predictivo en obra, se propone emplear las camionetas de diagnóstico, las cuales deberán contar con herramienta y equipo

especializado, además de personal capacitado para realizar las pruebas que requieren las diferentes máquinas.

Sin embargo, para que las camionetas de diagnóstico puedan dar un buen servicio, es necesario que se realice en un tiempo mínimo, el cual no deberá afectar la calidad de los reportes que determinen el estado de la unidad.

La obra debe dar facilidades al personal de diagnóstico de la siguiente forma:

- 1) Programar la máquina existente para su revisión; de esta forma se podrá checar las unidades sin inteferir con la producción de la obra y en un tiempo mínimo
- 2) Informar lo observado en las máquinas, para que el personal de diagnóstico se forme un mejor criterio de su estado actual
- 3) Dar facilidades de acceso al lugar donde se encuentren las máquinas
- 4) Facilitar recursos materiales cuando así lo requieran

Una vez que se haya efectuado el diagnóstico, es necesario que la obra mantenga comunicación con el departamento de diagnóstico en planta para programar futuras visitas a obra.

#### ¿ COMO SE COMPONE UNA CAMIONETA DE DIAGNOSTICO?

- 1) Personal: cada camioneta cuenta con un mecánico especializado
- 2) Herramienta y equipo: se contará con la herramienta necesaria para desmontar y montar las diferentes partes de cada unidad que se inspecciona

#### EQUIPO CON QUE DEBE CONTAR LA CAMIONETA

- a) EVALUADOR DE MOTORES: es un conjunto de manómetros sensibles y de mucha precisión, que sirve para medir en los motores, pre-siones de lubricación, combustible y aire de turbocargador

- b) **MULTITACOMETRO:** es un instrumento que se utiliza para medir y calibrar las revoluciones de los distintos motores
- c) **MEDIDOR DE PASO DE COMPRESION:** consiste en un manómetro muy sensible, equipado con boquillas calibradas que son utilizadas para medir el paso de compresión, al cárter de los motores a consecuencia de los desgastes sufridos entre sus componentes
- d) **TERMISTOR DE USO MULTIPLE:** es un instrumento que se utiliza para medir temperaturas de operación, de manera simultánea en los distintos conjuntos que integran la maquinaria que son: motores, transmisiones, convertidores y sistemas hidráulicos
- e) **EVALUADOR DE HUMOS:** es un dispositivo que sirve para medir el nivel de humo de los motores diesel, tomando muestras de opacidad del humo directamente de los escapes
- f) **EVALUADOR DE PRESIONES HIDRAULICAS:** consiste en un conjunto de manómetros de diferentes rangos que son utilizados para medir y calibrar simultáneamente presiones en los sistemas hidráulicos, transmisiones, convertidores, embragues, etc.
- g) **MEDIDORES DE FLUJO HIDRAULICO:** son instrumentos que se utilizan, para medir el rendimiento de las bombas de flujo hidráulico, así como en la realización de una serie de pruebas de diagnóstico de los sistemas hidráulicos
- h) **SONDAS OPTICAS:** son utilizadas para la revisión interna de algunos conjuntos como son: cámaras de combustión en motores, mandos finales, diferenciales etc.
- i) **DEDOS MAGNETICOS Y MECANICOS:** son dispositivos que se utilizan para detectar partículas metálicas en el interior de algunos conjuntos
- j) **HERRAMIENTA PARA DIAGNOSTICO DE TRANSITOS:** consiste en distintos instrumentos que son usados para tomar mediciones físicas de todos los componentes que constituyen un tránsito de orugas
- k) **HERRAMIENTA VARIA:** es necesaria para facilitar la instalación de instrumentos, así como para realizar el acondicionamiento de los equipos
- l) **BOMBA DE SUCCION PARA ACEITES:** es utilizada para extraer muestras de aceites de los diferentes compartimientos de la maquinaria para que éste sea analizado

### 3.2.) SISTEMAS DE LUBRICACION

La lubricación no es nada nuevo, se ha venido empleando por el hombre desde época prehistórica, en los artefactos rudimentarios que utilizaban para su supervivencia.

Con el advenimiento de la maquinaria industrial, la lubricación siguió -- siendo totalmente empírica. Los lubricantes eran simples, de procedencia vegetal, animal o mineral y sus características han resultado deficientes a medida que se tienen rápidos avances en los diseños de las modernas máquinas, cada vez más perfectas, las cuales aumentan las exigencias de las características -- de los lubricantes, dando origen a nuevas técnicas en su obtención y formula -- ción.

Esto ha originado productos lubricantes de mejor calidad, de hecho ha deja do de ser un arte, convirtiéndose en una técnica aplicada a la eficiencia y -- conservación de la maquinaria y, por ende de las plantas industriales.

Hay tres sistemas de clasificación de aceites lubricantes más comunes:

- 1) ASTM. Sistema de clasificación por viscosidad para fluidos lubricantes. Aunque la ASTM ha elaborado un sistema de -- clasificación de aceites industriales por viscosidad, no -- siempre los lubricantes que se encuentran en el mercado -- caen dentro de esos límites, ya que el fabricante de acei -- tes por ejemplo Petróleos Mexicanos, elabora sus lubrican -- tes de acuerdo a las necesidades de su mercado (ver apéndice).
- 2) DIN 51-501. También clasificación por viscosidad, de ori -- gen alemán aunque no es usual en América, también se con -- cluye, porque frecuentemente se menciona en los equipos eu -- ropeos, como se notará al igual que la clasificación ASTM, se refiere exclusivamente a la viscosidad (ver apéndice).
- 3) ACMA. A menudo los fabricantes de maquinaria hacen recomen -- daciones para la lubricación de sus engranes de acuerdo, a esta clasificación, la cual se presenta en dos tablas por separado, la primera para aceites, para engranes con car -- gas moderadas y la otra cargas EP moderadas (ver apéndice).

**COMPRESORAS** Gas natural. Grados SAE 30, 40 y 50.

Aceite para cárter de motores de combustión interna donde se emplea como -- combustible gas natural.

Para su elaboración se emplearon aceites básicos refinados y aditivos de -- tergentes sin ceniza, con las siguientes ventajas: máxima estabilidad a la ox -- idación, mínimo depósito en los pistones, limpieza de bujías, bajo contenido de



depósitos de carbón en la cámara de combustión evitando la pre-ignición, mínimo desgaste del tren de válvulas, buena protección contra la herrumbre y protección eficiente contra la corrosión de cojinetes.

Este aceite proporciona óptimos resultados tanto en motores de dos ciclos como de cuatro, operados a gas natural.

Se recomienda y está aprobado su uso en motores Ingersoll-Rand XVG y Cag torpillar G376 Turbocargado y Postenfriado, Motores Clark, Cooper Bessemer, - Waukesha-Climax, etc.

#### Características Típicas

LUBRICANTE	VISCOSIDAD 37.82 °C	SUS 98.9 °C	I.V.	TEMP INFL, °C	COLOR ASTM
NAC. COMPRESORAS					
GAS NATURAL SAE 30	552	64	92	222	4.0
SAE 40	742	74	93	226	4.5
SAE 50	1195	98	97	268	6.0

#### CILINDROS DE COMPRESION

Se elabora en los grados SAE 20, 30 y 40

Acete de base parafínica con aditivos grasos de origen animal.

El aceite grado SAE 20 es un lubricante especialmente elaborado para el período de quebrantamiento (primeras 600 horas de operación) de compresoras a gas nuevas o recién ajustadas, de determinadas marcas se emplean en la lubricación de los cilindros de compresión de las compresoras de gas instaladas en la sección de absorción del DTUCN de Posa Rica, Ver., durante el período de quebrantamiento.

Algunas de las compresoras donde se usa este aceite son las siguientes: - Clark y HRA-8, Ingersoll-Rand tipo JVG en "V", Cooper Bessemer tipos CV, GMX -- 6-TF y 6NV.

Después de haber pasado el período de quebrantamiento en los cilindros de compresión, habrá de utilizarse posteriormente como aceite de servicio nacional para cilindros de compresión SAE 30 o SAE 40.

Los grados SAE 30 y 40 se aplican en la lubricación de cilindros de compresión de las compresoras de gas natural de diversas marcas y modelos, después del período de quebrantamiento.

#### CARACTERISTICAS TIPICAS

LUBRICANTE	VISCOSIDAD 37.8 °C	SUS 98.9°C	I. V.	TEM INFL. °C	% COMPUESTO GRASO
NAC. PARA CILINDROS DE COMPRESION SAE 20	200	46	92	210	8
SAE 30	525	64	96	218	5
SAE 40	737	76	98	220	6

Aceite especialmente preparado para los filtros de aire tipo rejilla de máquinas industriales.

Cumple ampliamente con las especificaciones fijadas por los fabricantes de filtros.

Tiene las siguientes características principales: buena retención en el filtro para un amplio rango de temperatura de trabajo, adhesividad, buena capacidad para retener el polvo, baja volatilidad, no produce olores desagradables no es corrosivo, tiene alta temperatura de inflamación, es resistente al agua es fácil de aplicar, además de que se remueve con todo o impurezas muy fácilmente.

#### NACIONAL SATURANTE PARA FILTROS DE AIRE

Producto para los filtros de aire de los motores diesel utilizados en las locomotoras.

Estos filtros son de rejilla y se les pone una capa de este lubricante con el objeto de que retengan el polvo e impurezas que se encuentran en su largo trayecto. No se reseca y se desprende fácilmente con las impurezas al ser lavado con solvente; también se aplica en rejillas de motores estacionarios, este producto deberá aplicarse en caliente y dejar escurrir la rejilla, para que no haya exceso de lubricante.

Se elabora en dos viscosidades: el BA y el YH

Estos productos fueron elaborados para los filtros de los acondicionadores de aire de la empresa Climas Acondicionados, S.A.; cumplen con especificaciones de la American Air Filter.

#### CARACTERISTICAS TIPICAS

LUBRICANTE	VISCOSIDAD 37.8 °C	SUS 98.9 °C	I.V.	TEM °C	COLOR ASTM
NAC. FILTROS DE AIRE	478	55	37	226	3.5
NAC.SAT.PARA FILTROS DE AIRE	3795	71	—	242	4.5
NAC.PARA FILTROS DE AIRE BA	302	49	48	192	3.5
YA	100	38	54	164	2.5

#### ACEITES HIDRAULICOS

Nacional 150X, 220X, 300X, 450X, 600X, 900X, 1200X, 1400X.

Aceites de alta calidad, elaborados con básicos parafínicos reforzados con aditivos antioxidantes, antiherrumbre y supresores de espuma que les imparten gran estabilidad, proporcionando mayor protección al equipo en que se usen.

Una de las principales aplicaciones de los aceites más delgados está en los sistemas hidráulicos de máquinas herramientas, tractores, prensas hidráulicas, montacargas, etc., y en general en cojinetes lubricados a anillo o cojinetes antifricción de árboles de transmisión de bombas, centrifugas, motores ge-

neradores y excitadores eléctricos y en chumaceras de alta velocidades y bajas presiones.

Los aceites más gruesos se usan en cajas de engranes rectos y helicoidales que operan a velocidades y cargas moderadas.

#### CARACTERISTICAS TIPICAS

LUBRICANTE	VISCOSIDAD 37.8 °C	SUS 98.9°C	I.V. (MIN)	TEMP. INF °C	COLOR ASTM
NACIONAL 150X	150	43	100	205	2
220X	220	47	98	211	2.5
300X	300	52	98	218	2.5
450X	450	62	97	225	3.0
600X	600	69	96	235	3.5
900X	900	85	96	263	3.5
1200X	1725	115	95	268	5.0
1400X	2049	135	95	272	6.0

#### PERFORADORAS

Se elabora en los grados 550, 750 y ASARCO

Lubricantes compuestos con productos emulsionables de origen vegetal, elaborados para lubricación de perforadoras neumáticas, cuyo mecanismo trabajan con cargas elevadas y aire seco o húmedo.

Dan un rendimiento excepcionalmente alto en perforadoras neumáticas que trabajan en recintos cerrados, como túneles, minas, etc., son estables a cualquier temperatura.

El Nacional Perforadoras Asarco, se elaboró exclusivamente para las condiciones especiales de operación de las herramientas neumáticas de la Sarco Mexicana, S.A.

## NEUMACEITE ESPECIAL

Se elaboró en los grados SAE 30 y 40

Son aceites de máxima calidad, elaborados con aditivos que les permiten resistir altas presiones de trabajo, recomendados para lubricar perforadoras neumáticas que operan en condiciones severas, soportando más de 300,000 PSI de carga, obteniéndose un desgaste mínimo.

Se puede usarlos en recintos abiertos como cerrados, el aditivo y la humedad del aire forman una emulsión incipiente favorable para la lubricación de las partes mecánicas.

Son aceites adecuados para perforadoras de roca, no produciendo en el aire de escape vapores tóxicos o nocivos a la salud; además contienen aditivos que evitan la herrumbre y la corrosión en las partes mecánicas.

Sus características fundamentales son las siguientes: se adhieren con tenacidad al metal, tienen propiedades de presión extrema, antiherrumbre, resisten el lavado al agua, no son corrosivos, no producen olores desagradables ni gases tóxicos y forman emulsiones incipientes con la humedad del aire.

### CARACTERISTICAS TIPICAS

LUBRICANTE	VISCOSIDAD 37.8°C	SUS 98.9°C	TEMP. INFL. °C	COLOR ASTM
NAC. PERFORADORAS 550	560	63	210	5
750	770	73	220	5
ASARCO	525	61	204	4
NEUMACEITE ESP.				
SAE 30	578	66	226	4.5
SAE 40	800	78	232	4.5

### 3.3) SEGURIDAD EN EL TRABAJO

La seguridad de la obra, es importante para el desarrollo de la misma, ya que el poder ejercer un plan de este tipo nos ahorrará, en gran parte, todas las incidencias que afectan el trabajo, tanto económicamente, como la parte más importante, que es la integridad de los trabajadores.

#### RIESGOS DE TRABAJO. (SUS CAUSAS)

Existen diversas teorías en cuanto a la casualidad de los accidentes y por lo tanto, a la prevención de los mismos.

- 1) Teoría de Henrich
- 2) Teoría de control de pérdidas
- 3) Teoría de análisis de seguridad de sistemas

- 1) **LA TEORIA DE HENRICH:** señala que los accidentes son causados por las causas próximas y las causas remotas

Indica que las causas próximas son los actos inseguros (violación a procedimientos establecidos) y a las condiciones peligrosas (circunstancia que permite el accidente).

Y que las causas remotas (problemas psicológicos ajenos al trabajo).

Simulaba como fichas de domino que al caer una se precipitaba sobre las demás, originando el accidente.

En virtud de buscar más que una prevención, un inculcado, se conoce a ésta como la teoría de culpa, posteriormente aparece, con el desarrollo administrativo.

**LA TEORIA DEL CONTROL DE PERDIDAS:** basando su acción en los efectos económicos producidos por riesgos de trabajo en las empresas, esta teoría indica tres tipos de causas para la generación de accidentes que son: causas administrati -

vas, causas básicas y causas inmediatas.

Señala esta teoría que las causas inmediatas, actos y condiciones inseguras o peligrosas, son síntomas de una administración deficiente.

Que las causas básicas, se subdividen en factores personales y factores de trabajo, explica que la gente no actúa como es su deber, por falta de conocimientos o capacidad, motivación incorrecta, o por problemas físicos o mentales.

Sostiene que los factores de trabajo que propician la accidentabilidad son: normas inadecuadas de trabajo, diseño o mantenimiento inadecuado, deficientes normas de compra, uso anormal de los objetos y uso de objetos desgastados o deficientes.

Como consecuencia, hay una administración deficiente en la empresa, ya que cumple los principios administrativos (planación, organización, dirección y control).

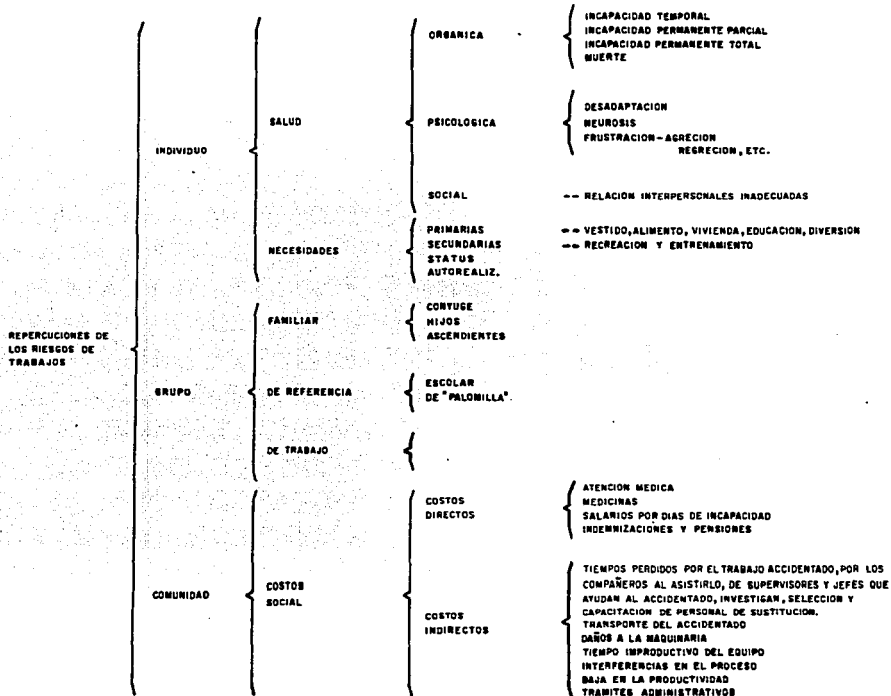
#### LA TEORÍA DE ANÁLISIS DE SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS

Analiza la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, los probables orígenes y la forma de evitarlos o, al menos, controlar los daños, esta teoría parte de hechos supuestos (posibles fallas) causas que pueden dar origen a esas fallas, modo de corregirlas o de limitar los daños.

Esta técnica ha sido de gran utilidad en proyectos tales como los espaciales, comunicación intercontinental, etc. y empiezan a ser aplicados a la seguridad industrial.

Ofrecen la ventaja de seguir en forma de rutina los concursos más vulnerables en el sistema que se analiza y presenta diversas decisiones referentes a los métodos para robustecer los sistemas operativos, mediante dispositivos redundantes, que aseguren el funcionamiento deseado de diversos equipos.

## LOS RIESGOS DE TRABAJO Y SU IMPACTO INDIVIDUAL, FAMILIAR Y SOCIAL





## ESTADISTICA

Las estadísticas de seguridad son tan importantes para la seguridad como - las estadísticas de un país son para su desarrollo.

La utilidad de la estadística es: planear y orientar mejor los programas - de seguridad hacia los puntos donde podemos obtener una mejor reducción, o hacia los que acusan una tendencia peligrosa.

Es decir, nos permiten hacer una mejor inversión de esfuerzos y de recur - sos.

Los instrumentos más útiles de las estadísticas de seguridad son los indi - ces.

### a) Índice de frecuencia de accidentes incapacitantes

$$I \text{ de } F = \frac{N \times 1'000,000}{H}$$

Donde:

I de F = Índice de frecuencia

N = Número de accidentes con incapacidad

H = Número de horas hombre trabajadas,  
de acuerdo con contabilidad

### b) Índice de gravedad

$$I \text{ de } G = \frac{D \times 1'000,000}{H}$$

Donde:

I de G = Índice de gravedad

D = Número total de días

H = Número de horas hombre trabajadas,  
de acuerdo con contabilidad

### c) Índice de frecuencia de accidentes totales

$$I \text{ de } F = \frac{N \times 1'000,000}{H}$$

Donde:

- I de F= Índice de frecuencia
- N = Número de casos ocurridos
- H = Número de horas hombre trabajadas,  
según contabilidad

d) Índice de frecuencia de incendios

$$I \text{ de F} = \frac{N \times 1'000,000}{V}$$

Donde:

- I de F= Índice de frecuencia de incendios
- N = Número de incendios y explosiones  
ocurridos, por leves que hayan sido
- V = Valor de la planta

e) Índice de daño

- I de D= Índice de daño
- C = Costo de incendios y explosiones habidos  
se supone un daño mínimo de N\$1 por caso  
en que el costo sea despreciable
- V = Valor de la CIn.

La Ley Federal del Trabajo nos define al accidente de trabajo como toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, - producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sea el lugar y el tiempo en que se presente.

El JEFE DE OBRA, debe conocer los fundamentos legales que intervienen, para lograr contar con los servicios de las instituciones dedicadas a esta área.

#### FUNDAMENTOS LEGALES

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

#### ARTICULO 123

La fundamentación jurídica de la seguridad e higiene en México, se encuentra en este artículo.

#### Fracción XIV

Habla sobre la responsabilidad que tienen los empresarios ante los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales que sufren los trabajadores en el desempeño de su trabajo.

#### FRACCION XV

Habla de la responsabilidad del patrón, sobre la higiene y la seguridad.

#### ARTICULO 132

Nos habla de las obligaciones de los patrones.

#### FRACCION XVII

El patrón debe cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijan las leyes y reglamentos para prevenir accidentes y enfermedades.

#### FRACCION XXVIII

Integración y funcionamiento de las comisiones mixtas de seguridad e higiene.

#### ARTICULO 134

Nos habla de las obligaciones de los trabajadores.

#### FRACCION II

Observar las medidas preventivas e higiénicas que acuerdan las autoridades competentes y las que indiquen los patrones.

#### ARTICULO 473

Define los riesgos de trabajo.

#### ARTICULO 474

Define accidentes de trabajo.

#### ARTICULO 475

Define enfermedad de trabajo.

#### ARTICULO 478

Define incapacidad temporal.

#### ARTICULO 479

Define incapacidad permanente parcial.

#### ARTICULO 480

Define incapacidad permanente total.

#### ARTICULO 509

En cada empresa o establecimiento se organizarán las comisiones de seguridad e higiene.

### LEY DEL SEGURO SOCIAL

#### ARTICULO 60

"El patrón que haya asegurado a los trabajadores, a su servicio contra -- riesgos de trabajo, quedará revelado en los términos que señala esta ley.

#### ARTICULO 63

Habla sobre las prestaciones a que tiene derecho el asegurado.

### REG L A M E N T O S

Medidas preventivas cuando se trate del trabajo de las mujeres o de los me-  
nores de 16 años, Diario Oficial del 29 de noviembre de 1934.

Nuevo Reglamento: Diario Oficial del 13 de febrero de 1946.

### REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Tiene como fundamento la prevención de los riesgos de trabajo, promueve el  
mayor empleo de la medicina y de la **INGENIERIA ESPECIALIZADA** en este campo. -

en las grandes, medianas y pequeñas empresas, contiene 21 instructivos.

Diario Oficial del 5 de junio de 1978.

CONVENIOS INTERNACIONALES

- 1) Convenio 167 Seguridad y Salud en la Industria de la Construcción.
- 2) Cumple con la función de prescribir medidas orientadas a buscar la protección de los trabajadores que laboran en cualquiera de las ramas de la Industria de la Construcción.

## CAPITULO IV

### EVALUACION DE LOS COSTOS DIRECTOS DE MAQUINARIA

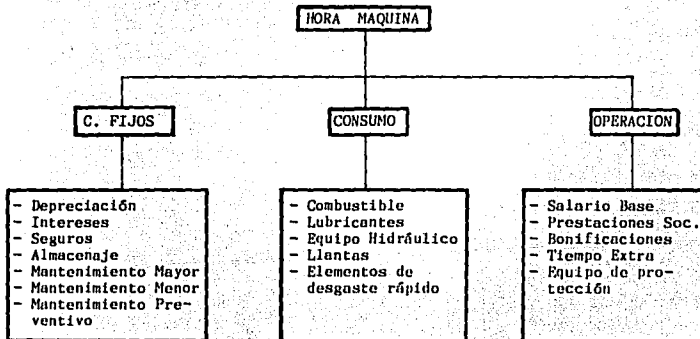
## OBJETIVO PARTICULAR

Analizar la metodología para la obtención de los rendimientos y costos horarios de la maquinaria, la importancia de la integración de precios unitarios donde interviene la maquinaria, así como conocer los mecanismos para la selección de equipos y/o maquinaria y su impacto en la construcción.

### 4) ANALISIS DE LOS COSTOS HORARIO DE MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION

En el capítulo II se estudio los criterios para el cálculo de los costos horario de la maquinaria, ahora en este nuevo capítulo se desarrolla la metodología a base de ejemplos para la mejor comprensión de este tema pues es de gran interés ya que su estudio interviene directamente en los precios unitarios que son base para concursar obras públicas, según el artículo 134 Constitucional y las reglas generales de la Ley de Obras Públicas, a continuación se ejemplifica lo antes mencionado.

### COSTOS :



## AL ANALIZAR LOS CARGOS POR CONSUMO TENEMOS

### 1) Fórmula General

$$E = C P_c \quad \text{Donde:}$$

C = Cantidad de combustible que consume la máquina por hora efectiva de operación

P<sub>c</sub> = Precio del combustible puesto en el motor

### 2) Fórmulas particulares

#### a) Motores a gasolina

$$E_g = (0.24 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) P_g$$

Donde:

HP = Potencia nominal de la máquina

OP = Factor de operación 0.8%

E = Factor de eficiencia por tiempo efectivo de trabajo por hora (dato del fabricante del equipo)

P<sub>g</sub> = Precio de la gasolina

#### b) Motores a diesel

$$E_d = (0.20 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) P_d$$

Donde:

P<sub>d</sub> = Precio de la diesel

NOTA: Por experiencia estadística se usa

0.24 lt x HP OP/hora - motores gasolina

0.20 lt x HP OP/hora - motores diesel

#### c) Motores que trabajan con energía eléctrica

$$E_e = (0.764 \frac{\text{Kw}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) P_e \text{ Kw/hr}$$

Donde:

P<sub>e</sub> = Precio de la energía eléctrica expresada en kilo-watts/hora



### EJEMPLO 1

Cuantos lts. de gasolina consume una revoladora en 1 hr., cuya potencia nominal es 8 y trabaja en horas efectivas 45 min., en 1 hora, precio de la gasolina N\$ 1.30

Fórmula:

$$Eg = (0.24 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) P_g$$

$$\text{SI } E = \frac{45 \text{ min}}{60 \text{ min}} / \text{hr} = 0.75 \text{ hr.}$$

Sustituyendo

$$Eg = (0.24 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times 8 \text{ HP} \times 0.8 \% \times 0.75 \text{ hr}) N\$ 1.30$$

$$Eg = 1.152 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times N\$ 1.30$$

$$Eg = N\$ 1.49 \frac{\text{lts}}{\text{hr}}$$

### EJEMPLO 2

Determinar el consumo horario de combustible para una retroexcavadora Mca. Jumbo Y90, Motor Diesel 180 HP y trabaja 50 min. efectivos, precio del diesel N\$ 1.38.

Fórmula:

$$Ed = (0.20 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) P_d$$

$$\text{SI } E = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min}} / \text{hr} = 0.833 \text{ hr.}$$

Sustituyendo

$$Ed = (0.20 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times 180 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.833 \text{ hr}) N\$ 1.38$$

$$Ed = 23.99 \frac{\text{lts}}{\text{hr}} \times N\$ 1.38$$

$$Ed = N\$ 33.10 \frac{\text{lts}}{\text{hr}}$$

## ANALISIS DE LOS LUBRICANTES

### 1) Fórmula General

$$AL' = \left( \frac{c}{t} + AL \right) PL$$

Donde:

c = Consumo horario del lubricante generado por el cambio periódico del aceite (cap.cárter)

t = Tiempo en horas efectivas entre cambio y cambio

AL = Consumo horario de lubricantes por hora efectiva de operación

### 2) Fórmulas particulares

#### a) Para motores a gasolina de menos de 100 HP

$$ALg = \frac{c}{t} + \left( 0.0030 \frac{lt}{hr} \times HP \times OP \times E \right) PLg$$

Donde:

PLg = Precio del lubricante para motor a gasolina

#### b) Para motores diesel de más de 100 HP

$$ALd = \frac{c}{t} + \left( 0.0035 \frac{lt}{hr} \times HP \times OP \times E \right) PLd$$

Donde:

PLd = Precio del lubricante para motores diesel

### EJEMPLO 3

Calcular la cantidad de lubricante para una retroexcavadora Mca. Jumbo Modelo Y90, Motor diesel 180 HP, capacidad del cárter 22.5 lts, tiempo entre cambio y cambio de aceite 150 hr., y trabaja 50 min. efectivos, precio del lubricante N\$ 6.5

Fórmula:

$$ALd = \frac{c}{t} + \left( 0.0035 \frac{lt}{hr} \times HP \times OP \times E \right) PLd$$

Si

$$E = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min/hr}} = 0.833 \text{ hr.}$$

Sustituyendo

$$ALd = \frac{22.5 \text{ lt}}{150 \text{ hr}} + (0.0035 \frac{\text{lt.s}}{\text{hr}} \times 180 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.833 \text{ hr}) \text{N\$ } 6.5$$

$$ALd = 0.15 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} + (0.419 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \text{N\$ } 6.5)$$

$$ALd = \text{N\$ } 2.87 \frac{\text{lt.s}}{\text{hr}}$$

Hasta el momento se ha visto, como se efectúan cálculos de los costos por consumo de combustible y lubricantes, ahora veremos el cálculo completo de un costo horario en base a la Sec.V del Reglamento de la Ley de Obra Pública.

#### EJEMPLO 4

Determine el costo por metro cúbico de excavación medido en banco que realiza una retroexcavadora Mca. Caterpillar K-225V de 1 1/4 YDS<sup>3</sup>, de capacidad, motor diesel de 145 HP valor de adquisición N\$ 67,000. valor de rescate 25% de Va, vida económica 10,000 hr, horas efectivas de trabajo 2000 hr., coeficiente experimental de mantenimiento Q = 1.10, tasa de interés = 0.24%, prima de seguro 2% capacidad del cárter 25 lts. Tiempo entre cambio y cambio 200 hr. salario del operador N\$ 75, precio del diesel N\$ 1.38, precio del lubricante N\$ 6.5 se considera 50 min. efectivos de trabajo, si el rendimiento calculado de la máquina es de 29.76 m<sup>3</sup>/hr.

#### DATOS

- |                   |                           |                                |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------|
| - Motor diesel    | - Q = 1.10                | - PLd = N\$ 6.5                |
| - HP 145          | - i = 0.24%               | - R = 29.76 m <sup>3</sup> /hr |
| - Va = N\$ 67,000 | - s' = 2%                 | - Tiempo efectivo              |
| - Vr = 25% de Va  | - Cap.cárter <u>25lts</u> | de trabajo 50 min.             |
| - Ve = 10,000 hr. | - t = 200 hr              |                                |
| - Hu = 2000 hr.   | - S,OP = N\$ 75           |                                |
|                   | - Pd = N\$ 1.38           |                                |

a) Cálculo de los cargos fijos

Fórmulas

Depreciación

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

Desarrollo

Si:

$$V_r = 25\% \text{ de } V_a$$

$$V_r = \text{N\$ } 167,500$$

$$D = \frac{670,000 - 167,500}{10,000 \text{ hr.}} = \text{N\$ } 50.25$$

Inversión

$$I = \frac{V_a - V_r}{2i/a} \cdot i$$

$$I = \frac{670,000 - 167,500}{2 (2000)} \cdot 0.24 = \text{N\$ } 30.15$$

Mantenimiento

$$T = Q \times D$$

$$T = 1.10 \times 50.25 = \text{N\$ } 55.27$$

Seguros

$$S = \frac{V_a + V_r}{2} \left( \frac{S'}{i/a} \right)$$

$$S = \frac{670,000 + 167,500}{2} \left( \frac{0.02}{2000} \right) = \text{N\$ } 4.18$$

$$\therefore \text{Cargos fijos} = D + I + T + S = \text{N\$ } 139.85$$

b) Cálculo de consumos

Combustible

$$\text{Si } E = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min/hr}} = 0.833 \text{ hr}$$

$$E_d = (0.20 \frac{\text{lit}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E) \text{ Pd}$$

$$E_d = (0.20 \frac{\text{lit}}{\text{hr}} \times 145 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.83 \text{ hr}) \text{ N\$ } 1.38$$

$$E_d = \text{N\$ } 26.57$$

Lubricante

$$\text{ALd} = \frac{C}{t} + (0.0035 \frac{\text{lit}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times E)$$

$$\text{ALd} = \frac{25 \text{ lit}}{200 \text{ hr}} + (0.0035 \frac{\text{lit}}{\text{hr}} \times 145 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.83) \text{ N\$ } 6.5$$

$$\text{ALd} = (0.125 + 0.34) \text{ N\$ } 6.5)$$

$$\text{ALd} = \text{N\$ } 3.02 \frac{\text{lit}}{\text{hr}}$$

c) Cálculo de operación

$$O = \frac{S_o}{H_T}$$

Sf: se consideran 8 horas por turno

$$O = \frac{N\$ 75}{8 \text{ hr} \times 0,8\%} = N\$ 11,71 \text{ hr.}$$

∴ El costo horario máquina = C. Fijos + C. consuno + C. operación

$$C.H.M. = 139,85 + 29,59 + 11,71 = N\$ 181,15$$

El cargo directo por maquinaria será

Sf: el rendimiento es 29,76 m<sup>3</sup>/hr

$$C.M. = \frac{C.H.M.}{R}$$

$$C.M. = \frac{N\$ 181,15}{29,76 \text{ m}^3/\text{hr}} = N\$ 6,08 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

# análisis costo hora-maquina

MAQUINA: RETRO-EXCAVADORA	MARCA: CATERPILLAR
MODELO: K-225V	MOTOR: DIESEL
FECHA:	ELABORO:

## DATOS GENERALES

Precio adquisición		670,000	M N	Potencia motor	HP hp	145	---
Equipos adicionales			M N	Potencia operación	HP hp	145 x 0.8 = 116	---
Valor original	(V)	670,000	M N	Tipo combustible		DIESEL	
Valor residual	(V)	167,500	M N	Costo combustible	(C)		%
Tasa de interés	(I)	0.24	%	Factor mantención	(M)	1.10	%
Prima de seguro	(S)	2	%	Valor operación diaria	(O)		---
Valor depreciado	(V)	10,000	Abs.	Capacidad carga	(C)	25	---
Horas por día	(H)	2,000	Hrs	Cambio de aceite	(L)	200	---

## COSTOS BASICOS

Límites V <sub>LL</sub>	N	6.5	Operario	N	75
Lubricante (L)			Operario		
			Electricidad		

## I CARGOS FIJOS

Depreciación	$D = (V_0 - V_1) / V_0$	50.25
Interés	$I = (V_0 + V_1) / 2 \times H$	30.15
Seguro	$S = (V_0 + V_1) / 2 \times H$	4.18
Mantenimiento	$M = C \times D$	55.27
		N \$ 139.85

## 2. CONSUMOS

Operario	$O = 0.20 \times HP \times 24 \text{ hrs}$	26.57
Combustible	$C = 0.24 \times HP \times 24 \text{ hrs}$	
Electricidad		
Acero	$A = 1.7 \times 0.025 \times HP \times 24 \text{ hrs}$	3.02
Lubricante	$L = 0.1 \times HP \times 24 \text{ hrs}$	
		N \$ 29.59

## 3 OPERACION

Operario	$O = 0.20 \times 24 \text{ hrs}$	11.71
Combustible		
		N \$ 11.71
RFND. 27.76 M <sup>3</sup> /HR		
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA		N \$ 6.08 M <sup>3</sup> /HR

### EJEMPLO 5

Camión de volteo Mca. Fansa 1317-60 de 7 m<sup>3</sup> de capacidad de caja, valor de adquisición N\$ 165,000, valor de rescate 30% de Va, vida económica 10,000 hr. horas activas 2,000 coeficiente de mantenimiento 0.9, valor de llantas - - N\$ 3,200, vida económica de las llantas 2950 hrs., capacidad del cárter 14 - lts. potencia nominal 170 HP, salario del operador N\$ 79.20 el gasto empresa y los demás valores son los mismos del ejemplo 4.

#### DATOS

- 7m <sup>3</sup> capacidad de caja	- Vn = N\$ 3,200	- s' = 2%
- Va = N\$ 165,000	- Hv = 2950 hr.	- t = 200 hr.
- Vr = 30% de Va	- Cap. cárter 14 lts.	- Pd = N\$ 1.38
- Ve = 10,000 hr.	- HP = 170	- PLd = N\$ 6.5
- Ha = 2 000	- Salario OP = N\$ 79.20	tiempo efectivo
- Q = 0.9	- i = 0.24%	de trabajo 50 min.

#### a) Cálculo de los cargos fijos

##### Fórmulas

##### Desarrollo

##### Depreciación

$$D = \frac{(V_a - V_n) - V_r}{V_e}$$

$$V_r = 30\% \text{ de } 161,800$$

$$\therefore V_r = 16,250$$

$$D = \frac{(165,000 - 3,200) - 48,540}{10,000} = \text{N\$ } 11.33$$

##### INVERSION

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 \cdot H_a} \cdot i$$

$$I = \frac{161,800 + 48,540}{2(2,000)} \cdot 0.24 = \text{N\$ } 12.62$$

##### MANTENIMIENTO

$$T = Q \times D$$

$$T = 0.9 \times 11.33$$

$$= \text{N\$ } 10.20$$

##### SEGUROS

$$S = \frac{V_a - V_r}{2} \cdot \frac{(S')}{H_a}$$

$$S = \frac{161,800 + 48,540}{2} \cdot \frac{(0.02)}{2,000} = \text{N\$ } 1.05$$

$$\therefore \text{Cargos fijos} = D + I + T + S = \text{N\$ } 35.20$$

b) Cargo por consumo

Lubricante

$$\text{ALd} = \frac{C}{t} + (0.0035 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times \text{E}) \text{ PLd} \quad \text{SI} \quad \text{E} = \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 0.833 \text{ hr}$$

$$\text{ALd} = \frac{14 \text{ lbs}}{200 \text{ hr}} + (0.0035 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \times 170 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.83 \text{ hr}) \text{ N\$ } 6.5$$

$$\text{ALd} = \text{N\$ } \underline{3.02}$$

LLANTAS

$$N = \frac{V_n}{H_v}$$

$$N = \frac{3200}{2950} = \text{N\$ } \underline{1.08}$$

Combustible

$$\text{Ed} = (0.20 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \times \text{HP} \times \text{OP} \times \text{E}) \text{ pd} \quad \text{Ed} = (0.20 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \times 170 \text{ HP} \times 0.8\% \times 0.83 \text{ hr}) \text{ N\$ } 1.38$$

$$\text{Ed} = \text{N\$ } 31.15$$

$$\text{Total consumo N\$ } 35.25$$

c) Cargo por operación

$$O = \frac{S_o}{H_T}$$

$$O = \frac{\text{N\$ } 79.20}{8 \text{ hr} \times 0.80\%} = \text{N\$ } 12.37$$

$$\text{C.H.M.} = \text{C. Fijo} + \text{C. Consumo} + \text{C. Operación}$$

$$\therefore \text{C.H.M.} = 35.20 + 35.25 + 12.37$$

$$\text{C.H.M.} = \text{N\$ } 82.82$$

Cálculo del rendimiento

Donde:

V = Capacidad nominal de la máquina (volumen)

Cc = Factor de llenado

Ca = Factor de abundamiento para materiales medidos en banco

Ca =  $\frac{\text{Peso volumétrico de material en banco}}{\text{Peso volumétrico de material suelto}}$



Los 60 están en min/hr.

Tc = Tiempo del ciclo en minutos

E = Factor de eficiencia 85% aproximadamente  
capacidad del operador

Si se calcula los tiempos de traslado del material ida y regreso, considerando 1 km de recorrido en 30 km/hr de ida y 45 km/hr de regreso tendremos.

$$Tida = \frac{d}{v} = \frac{1 \text{ km}}{30 \text{ km/hr}} \times 60 \text{ min/hr} = 2.0 \text{ min}$$

$$Tregreso = \frac{d}{v} = \frac{1 \text{ km}}{45 \text{ km/hr}} \times 60 \text{ min/hr} = 1.33 \text{ min}$$

Para el tiempo de carga tenemos

$$Tcarga = \frac{\text{cap. camión}}{\text{cap. de cucharón}} = \frac{7 \text{ m}^3}{0.57 \text{ m}^3} \cdot 6 \cdot 3/4 \cdot \text{yd} = 12 \text{ Botazos}$$

Como el tiempo efectivo es de 0.83 min. tenemos:

$$Tcarga = 12 \text{ botazos} \times 0.83 \text{ min.} = 9.96 \text{ min.}$$

o sea que:

ciclos	T. fijos	carga	= 9.96 min.
		descarga	= 1.00 min estimado
	manobras de descarga		= 2.00 min. estimado
	T. variab.	Tida	= 2.00 min
Tregreso		= 1.33 min	
			tiempo ciclo = 16.29 min/ciclo

Ahora bien:

$$Cc = ?$$

$$12 \text{ botazos} \times 0.57 \text{ m}^3 = 6.84 \text{ m}^3 \text{ material suelto}$$

$$Cc = \frac{6.84 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3 \text{ cap. nominal}} = 0.98\%$$

Para Ca tenemos:

Sf: Peso de material medido en banco = 1850 kg. m<sup>3</sup>  
Peso de material suelto = 1348 kg. m<sup>3</sup>

$$Ca = \frac{1850 \text{ kg m}^3}{1348 \text{ kg m}^3} = 1.37 \text{ kg. m}^3$$

El rendimiento será

$$R = \frac{7 \text{ m}^3 (0.98\%)}{1.37 \text{ kg. m}^3} \left( \frac{60 \text{ min/hr}}{16.29 \text{ min/ciclo}} \right)$$

$$R = 15.66 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Sustituyendo en

$$C.M. = \frac{C.H.M.}{R}$$

$$C.M. = \frac{N\$ 82.82}{15.66 \text{ m}^3/\text{hr}} = N\$ 5.28 \text{ m}^3/\text{hr}$$

# análisis costo hora-maquina

MAQUINA: CANTON DE VOLTEO	MARCA: TANSA 1311-60
MODELO:	MOTOR: DIESEL
FECHA:	ELABORO:

## DATOS GENERALES

Peso aproximado		165,000	M N	Potencia motor	HP de	170	---
Espora operador	LITROS	3,200	M N	Potencia operacion	HP de	$170 \times 0.8 = 136$	---
Valor costo	(V)	161,800	M N	Tipo combustible		DIESEL	
Valor retace	(V)	48,540	M N	Costo almacenado	(M)		%
Tasa de interés	(I)	0,24	%	Factor depreciacion	(D)	0,7	%
Primo de seguro	(S)	2,0	%	Valor estimado hora	(V)	2,450	---
Valor depreciacion	(V)	10,000	AÑOS	Capacidad carga	(C)	14	---
Horas por día	(H)	2,000	Hrs	Cantón de acero	(A)	200	---

## COSTOS BASICOS

Lubricante L	N \$	3,200	Consumo	N \$	Operador	N \$	79,20
Lubricante M		6,5	Consumo		Arriba		
			Consumo				

## 1 CARGOS FIJOS

Depreciacion	$D = (V - R) / V$				11,33
Intereses	$I = (V - R) \times I$				12,62
Seguros	$S = (V - R) \times S$				1,05
Almacenado	$A = M \times D$				
Mantenimiento	$M = C \times D$				10,20
					N \$ 35,20

## 2. CONSUMOS

Operador	$O = 20 \times \text{HP op} \times \text{consumo}$				31,15
Arriba	$A = 20 \times \text{HP op} \times \text{consumo}$				
Arriba	$A = L \times T \times 0,0020 \times \text{HP op} \times \text{consumo hora}$				3,02
Arriba	$A = L \times T \times 0,0020 \times \text{HP op} \times \text{consumo hora}$				
Lubricante	$L = M \times V$				1,08
					N \$ 35,25

## 3 OPERACION

Operacion	$O = (C \times T) / \text{HP op}$				12,37
Operacion					

RENDIMIENTO	15,66 M <sup>3</sup> /HR	N \$ 12,37
COSTO DIRECTO HORA MAQUINA		46 5,28 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup>

#### 4.1 FACTORES DE RENDIMIENTO

Es prácticamente imposible que un operador de una máquina, labore en forma continua e ininterrumpida durante la jornada de trabajo, es de suponer la existencia de atrasos, algunas veces debidas a factores humanos, como la necesidad de que los trabajadores tomen pausas de descanso, refrigerios, etc., la finalidad no importa, otras ocasiones debido a reparaciones, ajuste y lubricación de las máquinas, puesto que sabido es que las mismas no pueden ni deben estar funcionando ininterrumpidamente durante un número indefinido de horas al día, ya que frecuentemente es necesario pararlas para fines de sus diversos servicios de mantenimiento.

Así pues, por cada hora cronológica, sólo se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma, el que está profundamente influido por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora, por lo antes dicho, para obtener los tiempos reales o efectivos de trabajo, es necesario introducir en los cálculos los factores correspondientes, ver tablas de rendimientos en el apéndice.

##### a) RETROEXCAVADORAS

###### 1) DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajos de excavación, estas excavadoras se desarrollaron a partir de un diseño básico de orugas y operadas con motor de gasolina o diesel, con capacidades 3/8, 1/2, 5/8, 2 1/2 y 3 YD'.

Son completamente hidráulicas y con mayor poder de excavación dando por resultado una mayor productividad en los trabajos desarrollados.

Alcance: 10 a 15 m.

Profundidad: 5 a 10 m.

Altura de carga: 4 a 7 m.

Una retroexcavadora tiene características favorables para excavar una zan-

ja. Pero su área de vaciado está limitada.

Puede moverse utilizando sus medios de tracción y aumenta así su alcance - de descarga, dentro de ciertos límites, pero esto reduce su productividad.

## 2) CARACTERISTICAS DE OPERACION

### MOVILIDAD

Depende del tipo de tracción que posea, que puede ser montada sobre orugas o sobre llantas.

Otras características de operación y diseño son:

- a) Alcance
- b) Profundidad de excavación
- c) Área de excavación
- d) Altura de descarga
- e) Giro
- f) Capacidad del cucharón

La selección del cucharón apropiado se hace de acuerdo a:

- 1) Tamaño de la retroexcavadora
- 2) Tipo y peso del material que va a ser excavado
- 3) Profundidad y ancho de la zanja que se requiere hacer

Los fabricantes ofrecen equipos opcionales (cuchillas y dientes), según las necesidades del constructor.

## 3) RENDIMIENTO

El rendimiento de una retroexcavadora está dada en función de los siguientes factores:

- a) Tipo de material
- b) Peso del material
- c) Abundamiento del material
- d) Contenido de humedad
- e) Facilidad de manejo

f) Angulo de reposo

El cálculo del rendimiento se hace en función de los anteriores factores y pueden ser dos procedimientos.

PROCEDIMIENTO No. 1

Para suelos arcillosos y roca bien fragmentada, éste se basa en el cálculo de los siguientes factores:

- a) Primero seleccionar la capacidad del cucharón
- b) Rendimiento horario aproximado (ver apéndice)
- c) Factor de eficiencia de la obra
- d) Coeficiente de profundidad (ver apéndice)
- e) Coeficiente de facilidad de carga (ver apéndice)
- f) Por el coeficiente por giro (ver apéndice)

EJEMPLO 1

Calcular el rendimiento de una retroexcavadora de  $1 \frac{1}{4}$  Yd<sup>3</sup>, la zanja tiene una profundidad máxima de 7.0 mts. y el giro para descargar es de 90° la zanja se hace en un suelo arcilloso de muy dura extracción. Se considera una eficiencia de la obra de 0.90 y el material excavado se deposita a un lado de la zanja que es para alojar unas tuberías de drenaje.

SOLUCION:

- 1) De la tabla 1 del apéndice se tiene un rendimiento aproximado  $R = 76 \text{ m}^3/\text{hr}$ .  
Se toma el valor inferior, por ser la arcilla de muy dura extracción.
- 2) El coeficiente de la profundidad de corte la obtenemos de la tabla 2 interpolando  $n = 7.00$  nos da  $f = 0.92$
- 3) El coeficiente de eficiencia de la obra  
Por datos:  $f = 0.90$
- 4) Cálculo del coeficiente por facilidad de carga según la tabla 2 del apéndice, y la clasificación de carga muy dura nos da:  
 $f = 0.55$
- 5) Cálculo del coeficiente según el ángulo de 90° nos da:  
 $f = 0.86$

Sustituyendo:

RENDIMIENTO REAL = Rendimiento teórico x factor de profundidad de corte x factor de eficiencia de obra x factor por facilidad de carga x factor por coeficiente por giro.

$$Rr = 76 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0.92 \times 0.90 \times 0.55 \times 0.86$$

$$Rr = 29.76 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

#### PROCEDIMIENTO No. 2

La producción real se obtiene afectando la producción teórica de la tabla No. 5, según el tipo de material y la capacidad del cucharón por un factor de corrección por la profundidad de excavación y el ángulo de giro el cual se obtiene con la tabla 6 y 7 que se calcula en base a la profundidad óptima y la real, y el ángulo de giro del cucharón desde la posición de excavación al de descarga.

Este procedimiento es más completo por tener producción teórica para una mayor cantidad de materiales en comparación con el primero únicamente contempla 2 tipos de materiales.

Además al rendimiento hay que afectarlo por los factores de eficiencia del operador.

RENDIMIENTO REAL = Rend. teór. x fact. por profundidad de excavación y ángulo de giro y fact. de eficiencia del operador x factor de tipo de obra y organización.

#### EJEMPLO 2

Calcular la producción teórica de una retroexcavadora Nca. Jumbo, Mod.Y-90 de capacidad de bote  $1.5 \text{ m}^3$  que realiza una excavación en zanja hasta una profundidad máxima de 4.65 mts. en arcilla dura, considerar la eficiencia del operador como buena y las condiciones de trabajo regulares, las condiciones de organización y administración buenas el brazo describe un ángulo de giro de  $75^\circ$  para llenar las unidades de acarreo.

SOLUCION:

1) De la tabla No. 5, la producción óptima de la máquina es:

$$P = 200 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

- 2) El factor por profundidad es distinta de la óptima, de la tabla No. 6 - se obtiene que la profundidad óptima para la capacidad del cucharón de 1.5 m<sup>3</sup>, y el tipo de material a excavar es arcilla dura, nos dá un valor de 3.72 mts.

$$\therefore \text{El factor es de } \frac{3.72 \text{ mts.}}{4.65 \text{ mts.}} = 0.80$$

- 3) Factor de rendimiento de la máquina, con este valor, 0.80 y el ángulo - de giro de 75° calculamos por medio de la tabla 7, el factor de corrección del rendimiento de la máquina = 1.04
- 4) Factor de eficiencia del operador = 0.85
- 5) El factor por tipo de obra y de su organización = 0.69

$$P_t = 200 \text{ m}^3/\text{hr} \times 1.04 \times 0.85 \times 0.69 = 121.99 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

#### b) MOTOCONFORMADORAS

La motoconformadora es una máquina utilizada principalmente en la conformación y acabado.

VELOCIDAD RECOMENDADA SEGUN EL TIPO DE TRABAJO

TABLA No. 1

TIPO DE TRABAJO	VELOCIDAD
1) Conservación de caminos	3a. a 5a.
2) Extendido de material	2a. a 4a.
3) Mezcla de material	4a. a 6a.
4) Afine de taludes	1a.
5) Acabado final	2a. a 4a.



VELOCIDAD ALCANZADA DEL EQUIPO

TABLA No. 2

EQUIVALENCIA	
1) 1a. velocidad	4 kms/hora
2) 2a. velocidad	7 kms/hora
3) 3a. velocidad	12 kms/hora
4) 4a. velocidad	18 kms/hora
5) 5a. velocidad	25 kms/hora
6) 6a. velocidad	35 kms/hora

¿Qué se obtiene con la compactación?

Mediante la aplicación de un esfuerzo compactador se consigue:

- a) Minimización de asentamientos
- b) Menores deformaciones
- c) Estabilidad deseada
- d) Reducción de permeabilidad
- e) Homogeneidad en los rellenos

¿Cómo se mide una compactación?

En el laboratorio, mediante pruebas estandarizadas.

CALCULO DE RENDIMIENTO.

$$R = \frac{Lc \times A \times E}{T} \text{ --- (1)}$$

Donde:

R = Rendimiento de la máquina en m<sup>3</sup> por tiempo

Lc = Longitud del camino

A = Ancho de la hoja

E = Eficiencia del ancho de la hoja

T = Tiempo utilizado en el tipo de trabajo y su ecuación es:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times e} + \frac{N \times L}{V_2 \times e} + \frac{N \times L}{V_3 \times e} + \dots + \frac{N \times L}{V_n \times e} \text{ --- (2)}$$

Donde:

- N = Número de pasadas necesarias
- L = Longitud recorrida en kms., en cada pasada
- Vn = Velocidad para el tipo de trabajo
- e = Factor de eficiencia, este factor se integra por: el factor de las condiciones de trabajo y organización de la obra (ver tabla 8) + el factor de eficiencia de la capacidad del operador (ver tabla No. 9)

### EJEMPLO 3

Calcular el rendimiento de una motoconformadora Caterpillar Mod. 120B que rastrea y nivela un camino de 3km. de longitud.

Se requiere 6 pasadas para efectuar el trabajo, con las siguientes velocidades de cada una de ellas.

La velocidad a: 4kms/hr; 2a. velocidad a 6.4 kms/hr; 3a. y 4a. velocidad a 10.3 kms/hr., considerar un factor de eficiencia del ancho de la hoja de un 60% , el ancho de la hoja de 3.60 mts., condiciones de la obra y organización como buenas y la eficiencia del operador como bueno en un 80%.

DATOS

- N = 1
- L = 3 kms.
- Vn = Velocidades
- e = Dato de tabla 8
- e<sub>1</sub> = 0.75
- Fac.OP = 0.80
- ∴ e = 0.75 x 0.80 = 0.60

FORMULAS

$$R = \frac{Lc \times A \times E}{T} \quad \text{--- (1)}$$

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times e} + \frac{N \times L}{V_2 \times e} + \dots + \frac{N \times L}{V_n \times e} \quad \text{--- (2)}$$

Sustituyendo en (2)

$$T = \frac{1 \times 3 \text{ kms}}{4 \text{ km/hr} \times 0.60} + \frac{1 \times 3}{6.4 \times 0.6} + \left( \frac{1 \times 3}{10.3 \times 0.6} \right) 2 + \left( \frac{1 \times 3}{15 \times 0.6} \right) 2 = 3.67 \text{ hrs.}$$

Sustituyendo en (1)

$$R = \frac{3,000 \text{ mts} \times 3.60 \text{ mts} \times 0.60}{3.67 \text{ hr}}$$

$$R = 1,766.66 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

c) **LLANTAS**

Los fabricantes en Estados Unidos han creado una nomenclatura para designar a las llantas por el tipo de máquinas para las que fueron hechas. La nomenclatura es la siguiente:

**C** COMPACTADORES

C-1 Liso

C-2 Rugoso

**E** PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS

E-1 Tipo arado

E-2 Tracción

E-3 Roca

E-4 Huella profunda

E-5 Roca resistencia al calor intermedia

E-6 Roca con máxima resistencia al calor

E-7 Flotación

**G** MOTOCONFORMADORAS

G-1 Tipo arado

G-2 Tracción

G-3 Roca

**L** CARGADORES Y TRACTORES

L-1 Tracción

L-3 Roca

L-4 Roca huella profunda

L-5 Roca huella extra profunda

**HR** RESISTENCIA AL CALOR

**VIDA UTIL**

La mayoría de los procedimientos para calcular la vida útil de los neumáticos

cos se han basado en experiencia y recomendaciones del fabricante, en este capítulo analizaremos dos formas de cálculo, que son:

### 1) SEGUN GRAFICAS DE CARTEPILLAR

En páginas 23 y 24 del manual de Cartepillar se encuentran para motoconformadoras, arrastradores de troncos, motoescrepas, tractores, cargadores y camiones. En estas gráficas se clasifica el neumático según 3 zonas de aplicación: A, B y C, que viene siendo que debido al tipo de material donde se trabajará - el tipo de desgaste que presenta en la llanta.

#### ZONA DE APLICACION

**ZONA A:** Casi todos los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a la abrasión.

**ZONA B:** Los neumáticos se desgastan pero ocurren otras fallas prematuras debidas a cortes por rocas, desgarraduras o pinchazos irreparables.

**ZONA C:** Pocos o ninguno de los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura antes de descartarlos generalmente debido a cortes por rocas.

**NOTA:** Pueden ocurrir fallas prematuras en cualquier momento debido a pinchazos por tacones o ramas puntiagudas, por lo tanto, no se considera esta falla.

**NOTA:** La vida útil del neumático se puede aumentar frecuentemente utilizando banda de rodadura extra y neumáticos con banda de rodadura extra profunda.

Según la clasificación y clase de neumático de Good Year Tire and Rubber Co.

Esta clasificación se ha incluido en el manual Carterpillar.

La forma de calcular la vida útil consiste en base a la clasificación del tipo de neumático dado en la página 27 del manual Carterpillar, se afecta este valor por los factores en la página 26 del mismo, debido a las condiciones de mantenimiento, velocidad, condiciones del terreno, posición de ruedas, carga, curvas, pendientes y otras combinaciones varias.

#### EJEMPLO 4

Calcular la vida económica en horas de un juego de neumáticos tipo E-4 de banda de rodadura extra, bajo las siguientes condiciones de trabajo: mantenimiento, promedio, velocidad máxima = 32 kms/hora, condiciones de terreno, con mal mantenimiento, posición de las ruedas, de descarga trasera, con 20% de descargas, ningún grado de curvatura, pendiente del 5% máxima y condiciones variables media.

#### a) PROCEDIMIENTO No. (SEGUN CLASIFICACION DE LOS NEUMATICOS)

- 1) Cálculo de vida útil teórica, de la tabla tenemos:

$$\text{Vida útil} = 3,510$$

- 2) Cálculo de vida útil final, igual vida útil teórica x los factores de condición

De la tabla de los factores de condición tenemos:

- I. Mantenimiento = promedio = 0.981
- II. Velocidad máxima = 32 kms/hr = 0.872
- III. Condiciones de terreno = mal mantenimiento = 0.763
- IV. Posición de las ruedas = descarga trasera = 0.872
- V. Carga = 20% de sobrecarga = 0.872
- VI. Curvas = ninguna = 1.090
- VII. Pendientes = 5% máximo = 0.981
- VIII. Otras combinaciones varias = media = 0.981

Sustituyendo:

$$\text{Vida útil} = 3,510 \times 0.981 \times 0.892 \times 0.763 \times 0.872 \times 0.872 \\ \times 1.09 \times 0.981 \times 0.981$$

$$\text{Vida útil} = \underline{1,869.23 \text{ horas}}$$

#### PROCEDIMIENTO No. 2

Según gráficas del manual Caterpillar.

Por las condiciones del terreno que se nos indica mal mantenimiento y haciendo referencia a la hoja 26 que nos especifica que es ruta de grava, las -

clasificamos según zona de aplicación "B", tomando la curva inferior y a la mi  
tad de la zona, por las condiciones del terreno, lo cual nos dá:

Vida útil = 1,700 horas

NOTA: Las gráficas y tablas de rendimientos de llantas  
se encuentran en el apéndice.

## 4.2) SELECCION DE EQUIPO

Sabiendo como se calculan los rendimientos de la maquinaria, se puede entonces analizar la maquinaria a utilizar en obra, las marcas y características de la maquinaria se pueden obtener de dos formas, una es de la experiencia que tenga el ingeniero de mantenimiento y la otra de los catálogos y recomendaciones de los fabricantes de maquinaria.

### E J E M P L O

Calcular el rendimiento de la maquinaria utilizada para la construcción de una sub-base con material de banco compactado al 95% de la prueba Proctor Standard.

Los conceptos de trabajo son la carga, el acarreo ler. kilómetro del material, el acarreo del agua, la homogenización del material, su tendido y la compactación.

El equipo a utilizar será un cargador frontal 977 de 3 1/2 Yd<sup>3</sup>, camiones - de volteo de 7m<sup>3</sup>, una motoconformadora catálogo 120B, pipa de agua con capacidad de 10,000 lts., un compactador DYNOPAC Ca -25.

Las características de la sub-base serán: una longitud de calle de 150mts. espesor de la capa = 0.30mts., un coeficiente de abundamiento del material del 30%, un ancho de calle de 9.0 mts., el cargador realiza una distancia media de acarreo de 15 mts., el material utilizado es una grava arena cementada.

La velocidad del cargador con carga es a 4kms/hr y vacío de 6kms/hr, la velocidad del camión volteo es: con carga de 15kms/hr. y vacío de 30 kms/hr, la velocidad de la pipa con carga es de 18 kms/hr y vacío de 36 kms/hr.

### CONCEPTOS

- 1) Carga del material con cargador
- 2) Acarreo en camión ler. kilómetro
- 3) Homogenización y tendido del material
- 4) Compactación del material
- 5) Acarreo del agua a 10 kms. de distancia

## ANÁLISIS

### 1) CARGA DEL MATERIAL: Análisis del cargador 977

#### a) CALCULO DEL TIEMPO DEL CICLO:

$$T_c = \text{Tiempo de carga} + \text{tiempo de maniobras} + \text{tiempos de viaje} \\ + \text{tiempos de descarga}$$

Los anteriores tiempos los obtendremos de la tabla No. 11 (Cargadores Frontales), como sigue:

#### 1) Tiempo de carga: Para materiales cementados tenemos:

$$T_{\text{carga}} = \underline{0.20 \text{ min}}$$

#### 2) Tiempo de maniobras: siempre se considera 0.22 min

$$T_{\text{maniobras}} = \underline{0.22 \text{ min}}$$

#### 3) Tiempo de descarga: tomando en cuenta que la descarga es a camión, considerando el valor intermedio tenemos:

$$T_{\text{descarga}} = \underline{0.06 \text{ min}}$$

#### 4) Tiempo de acarreo: aplicando la fórmula:

$$\therefore T_v = \frac{dc}{V_c} + \frac{dv}{V_v}$$

donde:

$$dc = 15 \text{ mts.}$$

$$dv = 15 \text{ mts.}$$

$$V_c = 4 \text{ kms/hr.}$$

$$V_v = 6 \text{ kms/hr.}$$

Sustituyendo:

$$T_v = \frac{15 \text{ mts.}}{4000 \text{ mts}/60 \text{ min}} + \frac{15 \text{ mts.}}{6000 \text{ mts}/60 \text{ min}} = 0.375 \text{ min}$$

$$\therefore T_{\text{acarreo}} = \underline{0.375 \text{ min}}$$



Sumando los tiempos tenemos 0.855 min

b) CALCULO DEL RENDIMIENTO

Aplicando la fórmula

$$R = \frac{V \times Cc}{Ca} \times \frac{60 \text{ min}}{tc} \times E$$

Donde:

V = 3 1/2 Yd<sup>3</sup> capacidad del cucharón

Ca = 1 por ser volumen medido en banco

Cc = Factor por la capacidad del cucharón, 3 1/2 Yd<sup>3</sup>, y el tipo de material, grava, arena, este valor lo obtenemos de la tabla No. 10, (cargadores), Cc= 1.02

E = Factor por tiempo efectivo de trabajo por eficiencia del operador y por eficiencia del tipo de obra y de su organización

Considerando tiempo efectivo del cargador = 45 min.  
tenemos factor por tiempo = 45 min/60 min = 0.75

Considerando al operador como bueno, tenemos de la tabla No. 9,  
factor = 0.80

Considerando las condiciones de la obra y su organización como buena, tenemos de la tabla No. 8, factor = 0.75

Sustituyendo

$$E = 0.75 \times 0.80 \times 0.75 = 0.45$$

Sustituyendo en la fórmula de rendimiento tenemos

$$R = \frac{3 \ 1/2 \ Yd^3}{1} \times \frac{1.02}{0.855 \text{ ciclos}} \times 60 \text{ min/hr} \times 0.45 =$$

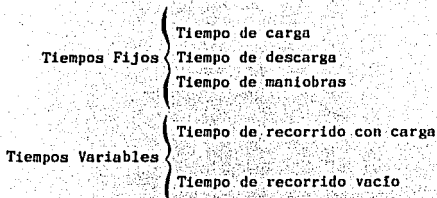
$$R = 112.74 \ Yd^3/hr \ (\text{Abund})$$

$$R = 112.74 \ Yd^3/hr \times 0.70 \ m^3/Yd^3 = 86.36 \ m^3/hr \ (\text{Abund})$$

2) ACARREO DEL MATERIAL EN CAMION

A. Cálculo del ciclo

El ciclo de un camión se calcula con:



a) Tiempo de Carga  
 No. de Camiones = rendimiento cargador / capacidad del camión

$$= \frac{86.36 \text{ m}^3/\text{hora}}{7 \text{ m}^3/\text{Camión}} = 12.34 \text{ Camiones}$$

Tiempo de carga de cada camión =  $\frac{60 \text{ min/hr}}{12.34 \text{ CAMIONES/hr}}$

$$= \underline{\underline{4.86 \text{ minutos}}}$$

Otra forma de calcular el tiempo de carga es:

$$\frac{\text{CAPACIDAD DEL CAMION}}{\text{REND.DEL CARGADOR}} = \frac{7.00 \text{ m}^3}{86.36 \text{ m}^3/\text{hr.}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = \underline{\underline{4.86 \text{ min}}}$$

b) TIEMPO DE DESCARGA

Este tiempo siempre dependerá de las condiciones de la obra, de la que se podrá observar el grado de la dificultad para realizar la descarga de los camiones.

En este ejemplo consideramos:

$$T_{\text{descarga}} = \underline{\underline{2.0 \text{ minutos}}}$$

c) TIEMPO DE MANIOBRAS

Igualmente que el tiempo de descarga, dependerá de las condiciones de la obra, y aquí se deben considerar los tiempos que requiere un camión en las - -

vueltas que ejecuta a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.

En este ejemplo se considera:

$$T_{\text{maniobras}} = \underline{50 \text{ minutos}}$$

d) TIEMPO DE RECORRIDO CON CARGA A 1er. Km.

$$= \frac{\text{DISTANCIA RECORRIDA}}{\text{VELOCIDAD}}$$

$$= \frac{1 \text{er. km}}{15 \text{ km/hr}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = \underline{4.0 \text{ min}}$$

e) TIEMPO RECORRIDO VACIO A 1er. Km.

$$= \frac{1 \text{er. Km}}{30 \text{ km/hr}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = \underline{2.0 \text{ minutos}}$$

$$\text{SUMA TOTAL} = \underline{17.86 \text{ min}}$$

b) Cálculo del número de camiones.

$$\text{Número de camiones} = \frac{\text{Ciclo total del camión}}{\text{ciclo de carga}}$$

$$= \frac{17.86}{4.86} = 3.67 \text{ camiones}$$

Si consideramos 4 camiones tendremos

a) Cálculo del tiempo inactivo de los camiones por considerar 4 unidades, gráficamente lo obtenemos como sigue:

	1er. VIAJE		2o. VIAJE		3er. VIAJE		4o. VIAJE	
	min	min	min	min	min	min	min	min
	I	T	I	T	I	T	I	T
1er. CAMION	0	4.86	17.86	22.72	35.72	40.58	53.58	58.44
2o. CAMION	4.86							
3er. CAMION	9.72							
4o. CAMION	14.58							
1er. CAMION	19.44							

Por lo tanto, el tiempo inactivo de los camiones es  
 $19.44 \text{ min} - 17.86 = 1.58 \text{ min}.$

Agregando este tiempo inactivo al tiempo total del ciclo tenemos:

Tiempo real del ciclo =  $17.86 + 1.58 = 19.44$

$$\frac{19.44 \text{ min}}{4.86 \text{ min}} = 4 \text{ camiones}$$

b) Cálculo del tiempo inactivo del cargador por considerar 3 camiones, gráficamente lo obtenemos como sigue:

	1er. VIAJE		2o. VIAJE	
	INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA
1er. CAMION	0	4.86	17.86	
2o. CAMION	4.86			
3er. CAMION	9.72			
1er. CAMION	14.58			

Por lo tanto, el tiempo inactivo del cargador es de  $17.86 \text{ min} - 14.58 = 3.28 \text{ min}$

Por lo anterior, se concluye que es más económico tener 4 camiones que nos ocasionaría un tiempo inactivo de cada camión de 1.58 min, contra usar 3 camiones que nos ocasionaría tener un tiempo inactivo del cargador cada vez que cargue un camión, de 3.28 min, por lo tanto, número de camiones = 4.

c) Cálculo del rendimiento de un camión:

$$\text{ciclos por hora} = \frac{60 \text{ min}}{19.44 \text{ min/ciclo}} = 3.08 \text{ ciclos}$$

$$3.08 \times 7\text{m}^3 = 21.60 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

### '3) HOMOGENIZACION Y TENDIDO DEL MATERIAL

Análisis del rendimiento de una motoconformadora

A. Análisis del tiempo de ejecución del trabajo, aplicando la fórmula:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times E} + \dots + \frac{N \times L}{V_n \times E}$$

Donde:

- N = Número de pasadas en cada actividad
- L = Longitud recorrida en km, en cada pasada
- V<sub>n</sub> = Velocidad del equipo en cada actividad
- E = Factor de eficiencia de operador y organización de obra

#### ACTIVIDADES DE LA MOTOCONFORMADORA

a) Extendido del material.

En 2a. velocidad = 7kms/hora, consideraremos un 60% de eficiencia por ser en tramos cortos, 150 mts., el trabajo que ocasiona, que el equipo tarda en levantar a la velocidad, por tanto tendremos:

$$V_1 = 7 \times 0.6 = 4.2\text{km/hr. el número de pasadas del equipo: } N = 4$$

b) Mezcla del material para su homogenización

Considerando las mismas tablas tomadas en el inciso a), tablas 1 y 2.

4ta. velocidad=18kms/hr., afectando por el mismo factor, 0.60 del inciso a, tenemos:  $V_4 = 18 \times 0.6 = 10.8$  kms/hr., y el número de pasadas:  $N=4$

c) Acabado final

Considerando las mismas tablas indicadas en el inciso b), tenemos:

2a. velocidad = 7kms/hr, afectando por el mismo factor, 0.60, del inciso a, tenemos:  $V_2 = 7 \times 0.6 = 4.2$  km/hr, el número de pasadas  $N=4$

FACTOR E

Considerando eficiencia del operador como buena = 0.85 (tabla No. 9), y las condiciones de la obra y organización de la misma como buena (tabla 8),  $E = 0.75$

$$E = 0.85 \times 0.75 = 0.64$$

Sustituyendo

$$T = \frac{4 \times 0.150 \text{ kms.}}{4.2 \text{ kms/hr.} \times 0.64} + \frac{4 \times 0.150 \text{ kms.}}{10.8 \text{ kms/hr} \times 0.64} +$$
$$\frac{4 \times 0.50}{4.2 \times 0.64} = 0.53 \text{ hrs.}$$

B) Rendimiento de la motoconformadora, aplicando la fórmula.

$$R = \frac{Lc \times A \times E}{T}$$

Donde:

$Lc$  = Longitud del tramo = 150 mts.

$A$  = Ancho de la hoja = 3.60 mts.

$E$  = Eficiencia del ancho de la hoja = 65%

$T$  = 0.53 horas

Sustituyendo

$$R = \frac{150 \text{ mts.} \times 3.60 \times 0.65}{0.53} = 662.26 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Espesor de la capa = 0.30 mts.

$$R = 662.26 \times 0.30 = 198.68 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

#### 4) COMPACTACION DEL MATERIAL

Análisis del rendimiento del compactador:

A. Característica del compactador Ca-25;

Ancho del rodillo = 2.36 mts. (catálogo del fabricante)

El rendimiento se obtiene aplicando la fórmula:

$$R = \frac{A \times C \times V \times 1,000}{P} \times E$$

Donde:

A = ancho efectivo de la capa compactada, como dato estadístico se considera un 80% por transposición de capas al compactar, por tanto:

$$A = 2.36 \times 0.80 = 1.88 \text{ mts.}$$

C = Espesor de la capa = 0.30 mts.

P = Número de pasadas necesarias, para la compactación del 95% y usando la gráfica de compactación tenemos:

$$P = 5$$

V = Velocidad de compactación, de la tabla No. 12

$$V = 3 \text{ kms/hr.}$$

E = Eficiencia de operador, tipo de obra y su organización, tomamos el valor de (E) de la motoconformadora = 0.64

Sustituyendo

$$R = \left( \frac{1.88 \times 0.30 \times 3 \times 1,000}{5} \right) \times 0.64 = 216.58 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

## 5) ACARREO DE AGUA A 10 KILOMETROS

### a) Consideraciones

Se supone que al material le hace falta un 12% de porcentaje de humedad de su peso, el cual es de 1,500 kg/m<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned} \therefore 1,500 \text{ kg/m}^3 \times 0.12 &= 180 \text{ lts/m}^3 \times 1.10 \text{ desperdicio} \\ &= 200 \text{ lts/m}^3 \end{aligned}$$

### b) Cálculo del ciclo de un camión pipa

capacidad = 10,000 lts.

ciclo: Tiempo llenado + tiempo descarga + maniobras + recorrido carga + recorrido vacía.

#### b.1) Tiempo llenado: considerando se llena con una garza de 4", se tiene un gasto igual a:

$$Q = 1,000 \text{ lts/min.}$$

$$T_{\text{llenado}} = \frac{10,000 \text{ lts.}}{1,000 \text{ lts/mts}} = \underline{\underline{10 \text{ minutos}}}$$

El gasto de la garza de 4" se obtuvo del distribuidor de la bomba de 4"  $\emptyset$

#### b.2) Tiempo de descarga: considerando se usa una bomba de 2" $\emptyset$ , tenemos:

$$Q = 500 \text{ lts/min}$$

$$T_{\text{descarga}} = \frac{10,000 \text{ lts}}{500 \text{ lts/min}} = \underline{\underline{20 \text{ minutos}}}$$

#### b.3) Maniobras: Considerando los tiempos para:

Acomodo durante la carga  
y descarga de 10 minutos

#### b.4) Tiempo de acarreo llena, a una velocidad de 20 kms/hr.

$$T = \frac{10 \text{ kms}}{20 \text{ kms/hr}} \times 60 \text{ min} = \underline{\underline{30 \text{ minutos}}}$$

#### b.5) Tiempo de acarreo vacía, a 40 kms/hr.



$$\frac{10 \text{ km}}{40 \text{ kms/hr}} \times 60 \text{ minutos} = \underline{\underline{15 \text{ minutos}}}$$

SUMA TOTAL 85 min/ciclo

c) Ciclos por hora

$$\frac{60 \text{ min/hr}}{85 \text{ min}} = 0.71 \text{ ciclos/hr.}$$

d) Volumen de agua por hora es igual a:

$$0.71 \text{ ciclos/hr.} \times 10,000 \text{ lts.} = 7,100 \text{ lts/hr.}$$

e) m<sup>3</sup> de material humedecido con una pipa

$$\frac{7,100 \text{ lts/hora}}{200 \text{ lts/m}^3} = \underline{\underline{35.5 \text{ m}^3/\text{hr.}}}$$

### RESUMEN

<u>EQUIPO</u>	<u>RENDIMIENTO</u>	<u>TIEMPO/CICLO</u>
CARGADOR	86.36 m <sup>3</sup> /hr.	0.855 min/botazo
CAMION VOLTEO	21.60 m <sup>3</sup> /hr.	19.44 min/viaje
MOTOCONFORMADORA	198.68 m <sup>3</sup> /hr.	0.53 hrs/150 ml.
COMPACTADOR	216.50 m <sup>3</sup> /hr.	
PIPA DE AGUA	35.5 m <sup>3</sup> /hr.	85 min/viaje

### CONCLUSIONES

Del resumen se concluye:

- Son necesarios 2 cargadores que trabajen 9 horas cada uno
- Son necesarios 8 camiones que trabajen 9 horas cada uno
- Una motoconformadora
- Un compactador que tendrá 4.94 minutos parado cada hora
- Se necesitan 6 pipas de 10,000 lts.

### 4.3) ESTIMACION DE LOS COSTOS POSESION Y OPERACION

#### EJEMPLO

## 1) COSTO DE POSESION

Supongamos un tractor de cadenas con transmisión POWER SHIFT, con hoja rec-  
ta control hidráulico, cilindros de inclinación y un descargador de tres vsta-  
gos, comprado por un contratista a N\$ 115,000 precio de entrega en el lugar de  
trabajo.

Se utilizará en trabajos de empuje con la hoja en una cantera de grava, se  
necesita hacer un trabajo previo con desgarrador.

### a) DETERMINACION DEL VALOR DE REEMPLAZO

N\$ 115,000= Precio de entrega sin considerar neumáticos  
por ser un tractor de cadena

b) VALOR DEL TRACTOR EN EL MOMENTO DEL CANJE 35% de su valor  
original = N\$ 40,250

∴ 115,000 - 40,250 = N\$ 74,750 por recuperar  
mediante trabajo

c) Si el periodo de posesión es de 7 años con una utilización  
anual de 1200 hr/año tenemos

$$7 \times 1200 = 8400 \text{ horas}$$

### d) COSTO POR HORA.

$$\text{N\$ } \frac{74,750}{8,400} = \text{N\$ } 8.90$$

Intereses, seguros, impuestos

Considerando las tarifas locales

Interés 14%

Seguros 1%

Impuestos 1%

### e) COSTOS DE INTERES

Utilizando la fórmula.

$$\frac{N + 1}{2 \times N} \times \text{precio de entrega} \times \% \text{ tasa de interés simple}$$

No. horas/ año

Sustituyendo:

$$\text{SI } N = 7$$

$$\frac{7 + 1}{2 \times 7} \times 115,000 \times 0.14 = \text{N\$ } 7.67$$

1,200

**f) SEGUROS**

De la fórmula: 
$$\frac{N + 1}{2 N} \times \text{precio entrega} \times \frac{\% \text{ de tasa}}{\text{de seguros}}$$

horas/año

Sustituyendo:

$$\frac{7 + 1}{14} \times 115,000 \times 1\% = \underline{0.55}$$

1200 horas/año

**g) IMPUESTOS**

Fórmula

$$\frac{N + 1}{2 N} \times \text{precio de entrega} \times \frac{\% \text{ impuestos}}{\text{horas/año}}$$

Sustituyendo

$$\frac{7 + 1}{14} \times 115,000 \times 1\% = 0.55$$

1,200 horas/año

Sumando d + e + f + g = N\$ 17.67 que es el costo por hora de posesión

**2) COSTO POR OPERACION**

a) De la tabla de consumo de combustible, el trabajo con la hoja empujadora indica un factor de carga medio.

Suponiendo que el consumo es de 18.8 lts/hr , (4.9 gal/hr E.U.A), el costo de combustible en la localidad es M\$ 0.34lts(N\$ 1.25/gal.E.U.A.)

∴ Consumo

$$18.8 \text{ lts/hr} \times \text{N\$ } 0.34 \text{ lts.} = \text{N\$ } 6.39$$

$$4.9 \text{ gal/hr} \times \text{N\$ } 1.25 \text{ gal} = \text{N\$ } \underline{6.13}$$

**b) LUBRICANTES, FILTROS GRASAS**

UTILIZANDO LA TABLA DE ESTIMACION RAPIDA TENEMOS:

N\$ 0.48

- c) **COMPONENTES DE ALTO DESGASTE**, de la tabla No. 16 el tren de rodaje, en condiciones moderado es:

(impacto + abrasividad + factor z) x factor básico

$$(0.2 + 0.2 + 0.3) = 0.7 \times 5.5 = \text{N\$ } \underline{3.85}$$

**d) RESERVAS PARA REPARACIONES**

Con la aplicación de la zona B (ver inciso c, neumáticos), el gráfico para reparaciones de los tractores de cadena indica un valor medio, nos ocupa aproximadamente 4.5 basado en 10,000 hrs, de uso el que se va a utilizar es de 8,400 hrs, el multiplicador de duración prolongada es 1.0.

$$\therefore 1.0 \times 4.5 = \text{N\$ } \underline{4.5}$$

- e) **COSTOS DE DESGASTE ESPECIAL** (cuchillas, hta. corte, dientes de cucharón, reparación de brazo de la excavadora etc.).

$$\frac{\text{COSTO}}{\text{DURACION}} = \underline{1.01} \text{ costo/hora}$$

$$\text{COSTOS TOTALES DE OPERACION} = \text{N\$ } \underline{15.97}$$

$$\text{POSESION Y OPERACION} = 17.67 + 15.97 = \text{N\$ } \underline{33.64}$$

$$\text{SALARIO HORARIO DEL OPERADOR + BENEFICIOS SOCIALES} = \text{N\$ } \underline{18.00}$$

$$\text{COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACION} = \text{N\$ } \underline{51.94}$$

# COSTOS POR HORA DE POSESION Y OPERACION

	(1)	FECHA	(2)
Máquina .....	<u>TRACTOR</u>		
Periodo estimado de posesión (años) .....	<u>7</u>		
Utilización estimada (horas/año) .....	<u>1200</u>		
Tiempo de posesión (total de horas) .....	<u>8400</u>		

## COSTO DE POSESION

	(1)	(2)
1. a. Precio de entrega (incluyendo accesorios) .....	<u>115,000 (A)</u>	
b. Menos el costo del reemplazo de los neumáticos (si se desea)		
c. Precio de entrega menos neumáticos .....		
2. Menos valor residual al reemplazo .....	<u>(35%) 40,250 (B)</u>	
(Ver la subsección 2A en el reverso)		
3. a. Valor a recuperar mediante el trabajo .....	<u>74,750 (C)</u>	
(línea 1c menos línea 2)		
b. Costo por hora:		
Valor (1) <u>74,750</u> (2) _____	<u>8.90 (D)</u>	
Horas <u>8,400</u>		

4. Costos de interés  $\frac{N+1}{2N} \times \text{Precio de entrega} \times \% \text{ de tasa de interés simple}$

Horas/Año

(1) $\frac{7+1}{14} \times 115,000 \times 14\%$	(2) $\frac{+1}{+1} \times \text{_____} \times \text{_____}\%$	
<u>1200</u> Horas/Año	<u>_____</u> Horas/Año	<u>7.67 (E)</u>

5. Seguro  $\frac{N+1}{2N} \times \text{Precio de entrega por } \% \text{ de tasa de seguros}$

Horas/Año

(1) $\frac{7+1}{14} \times 115,000 \times 1\%$	(2) $\frac{+1}{+1} \times \text{_____} \times \text{_____}\%$	
<u>1200</u> Horas/Año	<u>_____</u> Horas/Año	<u>0.55 (F)</u>

0 \$ \_\_\_\_\_ Por año = \_\_\_\_\_ Horas/Año =

6. Impuestos  $\frac{N+1}{2N} \times \text{Precio de entrega} \times \% \text{ de impuestos}$

Horas/Año

(1) $\frac{7+1}{14} \times 115,000 \times \text{_____}\%$	(2) $\frac{+1}{+1} \times \text{_____} \times \text{_____}\%$	
<u>1200</u> Horas/Año	<u>_____</u> Horas/Año	<u>0.55 (G)</u>

0 \$ \_\_\_\_\_ por año = \_\_\_\_\_ Horas/Año =

7. COSTO TOTAL POR HORA DE POSESION (sumar las líneas 3B, 4, 5, y 6) .....

17.67 (H)

## COSTOS DE OPERACION

	(1)	(2)
8. Combustible: Precio Unitario x Consumo		
(1) <u>1.25</u> x <u>4.9</u> =	<u>6.13 (a)</u>	
(2) _____ x _____ =		
9. Lubricantes, filtros, grasa. (Ver subsección 9A en el reverso) .....	<u>0.48 (b)</u>	

FALLA DE ORIGEN

**10. NEUMATICOS**

Costo	(1) _____	(2) _____	_____	_____
Duración	_____			
b. Tren de rodaje				
(Impacto + Abrasividad + Factor Z) x Factor Básico				
(1)	$(0.2 + 0.2 + 0.3) = 0.7$	$= 5.5$	$= 3.85$	(C)
(2)	$( \quad + \quad + \quad ) =$		$( \quad )$	$( \quad )$
11. Reservas para reparaciones				
(Multiplicador de uso prolongado x Factores de reparación básicos)				
(1)	$1.0$	$= 4.5$	(2) $1.0$	$= 3.20$
12. Elementos de desgaste especial: Costo + Duración				
(Ver subsección 12A en el reverso)				
13. COSTOS TOTALES DE OPERACION				
(Suma las líneas 8, 9, 10A (9 10b), 11 y 12)				
<u>15.77</u>				
14. POSESION Y OPERACION DE LA MAQUINA				
(Suma las líneas 7 y 13)				
<u>33.64</u>				
15. SALARIO HORARIO DEL OPERADOR (incluya cargas sociales)				
<u>18.00</u>				
16. COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACION				
<u>51.64</u>				

Costos de Posesión y Operación      Cálculos Suplementarios a la Planilla de Trabajo de Costos de Posesión y Operación

**SUBSECCION 2A: Valor Residual al Reemplazo**

Precio Bruto de venta	(1) _____ %	(2) _____ %
Menos: a. Comisión	_____	_____
b. Costos de preparación	_____	_____
c. Inflación durante el periodo de posesión*	_____	_____

Valor residual neto 40.250 (35%) \_\_\_\_\_ % del precio de

(Escriba en la línea 2)

Cuando se utilizan los precios de remate de equipo para calcular el valor residual, el efecto de la inflación durante el periodo de posesión se debe sustraer para poder indicar en valor constante que parte del efectivo se debe recuperar mediante trabajo

**SUBSECCION 9A: Lubricantes, Filtros, Grasa**

	Precio Unitario x Consumo = Costo/Hora	(1)	(2)
Motor	_____	_____	_____
Transmisión	_____	_____	_____
Mandos	_____	_____	_____
Finales	_____	_____	_____
Funciones	_____	_____	_____
Hidráulicas	_____	_____	_____
Grasa	_____	_____	_____
Filtros	_____	_____	_____
	Total (1)	(2)	

(Escriba el total en la línea 9 o bien utilice las Tablas de Estimación Rápida)

**SUBSECCION 12A: Elementos Especiales de Gasto (cuchillas, herramientas de corte, dientes de cucharón, reparación del brazo de la excavadora, etc.)**

(1)	Costo	Duración	Costo/Hora	(2)
1.	<u>72</u>	<u>150</u>	<u>0.48</u>	_____
2.	<u>135</u>	<u>450</u>	<u>0.30</u>	_____
3.	<u>115</u>	<u>500</u>	<u>0.23</u>	_____
4.	_____	_____	_____	_____
5.	_____	_____	_____	_____
6.	_____	_____	_____	_____
	Total (1)	<u>1.01</u>	(2)	_____

(Escriba el total en la línea 12)

**FACTORES DE CONVERSION DE LA RESERVA DE REPARACION (línea 11)**

Para utilizar en países fuera de los Estados Unidos en donde los costos de repuestos y servicio pueden ser distintos a los utilizados en las tablas y gráficas:

Proporción de Mano de Obra	(1) _____	(2) _____
Proporción del Costo de las Piezas	(1) _____	(2) _____

**FALLA DE ORIGEN**

## CONCLUSIONES

Al finalizar la exposición de esta tesis, se podrá observar la importancia de mantener un excelente control administrativo y operacional de la maquina -  
ria, utilizada en la industria de la construcción, por otro lado y recordando  
que al entrar México al Tratado de Libre Comercio con los países del Norte y  
otros convenios que ha realizado con países de Sudamérica y Europa, se asume  
la responsabilidad de trabajar con una mayor calidad de servicio y producción-  
obteniendo beneficios en favor no sólo de una determinada empresa, sino tam -  
bién de toda la sociedad de nuestro país.

## RECOMENDACIONES

1) Con el afán de que el lector obtenga una perspectiva más amplia del mantenimiento de la maquinaria de construcción, se aconseja conseguir la información siguiente.

a) Catálogos de especificaciones y características de los equipos empleados en la construcción, algunas marcas conocidas son:

- Caterpillar
- Link - Belt Speeder Corporation
- Mercedes Benz
- Dynapac Equipamientos Industriales LTDA
- Case, S.A. de C.V.
- Compacto, S.A. de C.V.
- Seaman Gunnison
- Mycsa, Maquinaria y Caminos, S.A.

b) Normas más importantes

- ASTM D2602 - Método de Simulador de Cáster
- ASTM D3829 - Método de Temperatura Límite de Bombeo de Aceite para Motor
- ASTM D445 - Método de Viscosidad Cinemático
- Clasificaciones SAE y API (Lubricante)

2) Como última recomendación, que se hace a los ingenieros de mantenimiento de maquinaria de construcción, es tener muy presente la seguridad de los operadores y mecánicos que tengan a su cargo ya que este trabajo está considerado por el INMS, de alto riesgo y por lo tanto, los accidentes pueden ser muy frecuentes, si no existe un buen control de seguridad e higiene.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) Título: Costo y tiempo en edificación  
Autor: Suárez Salazar  
Ed. Limusa Sra. Edición
- 2) Título: Ley de Obras Públicas  
y su Reglamento 1990  
  
Editorial: Cámara Nacional de la Industria  
de la Construcción
- 3) Manual Carterpillar
- 4) Manual Good Year Tire and Rubber Co.
- 5) Ajuste de precios unitarios  
Editorial: ICIC
- 6) Integración de Precios Unitarios  
Editorial ICIC
- 7) Manual de Lubricantes PEMEX
- 8) Lubricación Automotriz  
Mobil - Oil
- 9) Nueva Ley Federal de Trabajo  
Ed. Libros Económicos
- 10) Catálogo de Maquinaria para la Construcción  
Carterpillar
- 11) Manual de Partes LS 70  
Link - Belt Speeder Corporation
- 12) Catálogo de Maquinaria  
Seaman Gunnison
- 13) Catálogo de Maquinaria  
Duo Factor  
Mycsa
- 14) Ley del IMSS  
Ed. Gómez Hermanos Editores, S. de R.L.
- 15) Costo Social de los Riesgos de Trabajo  
Investigación para el IMSS, 1983  
Canto González Gilda
- 16) Los Problemas de Salud Ocupacional y el Control  
de los Factores Humanos como causa de los Acci-  
dentes de Trabajo

I Simposio Nacional sobre Accidentes, S.S.A.  
junio de 1972  
Ruiz Salazar, Antonia

- 17) Manual de Maquinaria para Construcción  
ICA Construcción Urbana, S.A. de C.V.
- 18) Curso de Seguridad Básica  
Celanese Mexicana  
Guillermo Oroscó C.
- 19) Catálogo de Herramienta  
León Weill, S.A.
- 20) Administración de Mantenimiento Industrial  
Et. Newbrough  
Ed. Diana, México 1982
- 21) Título: Manual de Mantenimiento Industrial  
Autor: L.C. Morrow  
Editorial: Continental México, 1982
- 22) Mantenimiento, su Administración y Control  
Autor: Inapro  
Información Tecnológica
- 23) Manual de Mantenimiento de Inst. Industriales  
Autor: A Baldin I. Furlaneto y otros  
Ed.: Gustavo Gill, Barcelona, España 1982
- 24) Organización y Dirección Industrial  
Autor: I.I. Betel F.S. Atwater y otros  
Ed. Fondo de Cultura Económica  
México, 1977
- 25) Mantenimiento y Reconstrucción de Maquinaria  
Autor: Porritt y Litton  
Ed.: Hispano European, Barcelona, España, 1974
- 26) La Administración en el Mantenimiento  
Autor: Enrique Dounce Villanueva  
Ed. Continental, México, 1982

**A P E N D I C E**

## 1) GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

- 1) **ADHESION.**- La propiedad de un lubricante para adherirse o pegarse a una superficie sólida.
- 2) **ADITIVO.**- Sustancia que se agrega a los aceites y grasas para mejorar sus propiedades.
- 3) **BARNIZ.**- Cuando se trata de lubricación, es un depósito que resulta de oxidación y polimerización de combustible y lubricantes, similar a la laca pero más suave que ésta.
- 4) **COEFICIENTE DE FRICCIÓN.**- La relación del movimiento de resistencia a la fuerza de fricción, entre la fuerza de fricción entre la fuerza normal de presión ejercida por dos cuerpos deslizantes.
- 5) **COHESION.**- Propiedad de una sustancia de resistir el empuje proporcionado por medios mecánicos.
- 6) **DEMULSIBILIDAD.**- La habilidad de un fluido que es insoluble en agua para separarse de aquella con la que se ha mezclado en forma de emulsión. Entre más elevados son los datos de demulsibilidad más rápidamente se separa el fluido del agua, la demulsibilidad se expresa algunas veces como la relación en centímetros cúbicos por la hora durante los cuales el fluido se separa de la emulsión.
- 7) **DETERGENTE.**- En lubricación es un aditivo o un aceite con aditivo que tiene la propiedad de conservar las materias insolubles en suspensión, así como de evitar la formación de depósitos dañinos, un detergente puede también remover los depósitos recién formados.
- 8) **EMULSIBILIDAD.**- La propiedad de un fluido, para formar una emulsión no soluble.
- 9) **EMULSION.**- Es la mezcla mecánica de dos líquidos insolubles, como aceite con agua.
- 10) **GRASA.**- Lubricante compuesto de uno o varios aceites, espesados con uno o más jabones y otro espesante para darles una consistencia sólida o semi-sólida.
- 11) **INHIBIDOR.**- Cualquier sustancia que retrasa o evita relaciones químicas como corrosión y oxidación.
- 12) **LACA.**- Depósito que resulta de la oxidación y polimerización de combustibles y lubricantes cuando se expresan a elevadas temperaturas, similar al barniz pero más dura que éste.
- 13) **LODOS.**- Material insoluble formado como resultado de las reacciones de deterioro y/o contaminación de un aceite.

- 14) **LUBRICANTE EP.**- Lubricante que imparte a la superficie frotante, la propiedad de soportar apreciablemente grandes cargas que no serían posibles con cualquier otro lubricante mineral sin excesivo desgaste o daño.
- 15) **NUMERO BASICO TOTAL.**- La cantidad de ácido expresado en términos - del número equivalente en mgs. de (KOH), hidróxido de potasio, que se requieren para neutralizar todos los constituyentes básicos presentes en un gramo de muestra.
- 16) **RESISTENCIA DIELECTRICA.**- Una medida de la propiedad de un material aislante para soportar voltaje sin falla, los fluidos con alta resistencia dieléctrica son buenos aislantes.

#### PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS

- 17) **PESO ESPECIFICO.**- Es la relación del peso de un líquido al peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura, se determina pesando un volumen conocido del material.

En este método, la densidad específica del agua es 1000, un número más bajo que 1000 significa que el producto es más ligero que el agua.

- 18) **GRADOS API.**- Es una escala arbitraria relacionada al peso específico, la prueba se hace midiendo con un hidrómetro especial calibrado al desplazamiento del líquido a cualquier temperatura, por medio de tablas se determina el valor corregido de 15.5% los valores API se expresan en grados y se refieren a la densidad 15.5%.

En el método API la densidad del agua es 10, un número más alto que 10 significa que el producto es más ligero que el agua.

- 19) **TEMPERATURA DE INFLAMACION.**- Básicamente mide la inflamación de los productos de petróleo, y es la más baja temperatura a la cual los vapores de la muestra se queman cuando se les hace pasar una pequeña flama por la superficie, nos indica la temperatura en que comienza la evaporación del aceite.

- 20) **TEMPERATURA DE IGNICION.**- Mide la inflamabilidad de los productos de petróleo y es la temperatura más baja a la que la muestra se quema y se mantiene la combustión por no menos de 5 segundos.

- 21) **VISCOSIDAD.**- Es la valoración de la fluidez o resistencia al flujo de una sustancia fluida, semi-fluida o semi-sólida, también se describe como la medida de la fricción, fluida o la resistencia al desplazamiento entre capas de moléculas de aceite.

Se mide por diferentes métodos aceptados, que se fundamentan en el mismo principio básico, es decir, se mide el tiempo requerido para que una temperatura determinada, una cantidad dada de aceite fluya por gravedad a través de un orificio o capilar de un tamaño específico.

La temperatura a la cual se mide la viscosidad y el sistema de medición deben acompañar al número de viscosidad, de otra manera, el número no tendrá significado.

- 22) **INDICE DE VISCOSIDAD.**- Es un número empírico que indica la relación de cambio de viscosidad de un aceite dentro de un rango dado de temperatura, un índice de viscosidad bajo significa grandes cambios de viscosidad con respecto a la temperatura, el índice de viscosidad no sirve para medir ninguna otra cualidad del aceite.
- 23) **AGUA Y SEDIMENTO.**- Se usa para determinar la presencia de grandes porcentos de agua el aceite se disuelve en benzol y la mezcla se centrifuga hasta que el agua se ha separado hacia el fondo del tubo de centrifugado, los resultados se expresan en porciento y nos indican la condición de limpieza de un aceite en servicio.
- 24) **PRUEBA DE HERRUMBRE.**- Indica la propiedad de un lubricante para evitar la corrosión en presencia de agua de las partes de hierro durante la lubricación, la prueba se hace con el fin de ver si el aceite protege de la corrosión a las partes mecánicas, líneas y tanques.

SIGLAS DE SOCIEDADES DE INGENIERÍA, TÉCNICAS E INDUSTRIALES  
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

American Association of Engineers . . . . .	AAE	Anti-friction Bearing Manufacturers' Association . . . . .	AFBMA
American Boiler Manufacturers' Association & Affiliated Industries . . . . .	ABMA	Association of American Railroads . . . . .	AAR
American Bureau of Shipping . . . . .	ABS	Association of American Steel Manufacturers . . . . .	AAStM
Air Conditioning & Refrigerating Machinery Association . . . . .	ACRMA	Association of Iron & Steel Engineers . . . . .	AISE
American Chemical Society . . . . .	ACS	Automobile Manufacturers' Association . . . . .	AMA
American Concrete Institute . . . . .	ACI	Canadian Lumbermen's Association . . . . .	CLA
American Electrochemical Society . . . . .	AES	Canadian Standards Association . . . . .	CSA
American Electroplaters Society . . . . .	AES	Compressed Air Institute . . . . .	CAI
American Engineering Council . . . . .	AEC	Edison Electric Institute . . . . .	EEl
American Foundrymen's Association . . . . .	AFA	Electrochemical Society . . . . .	ES
American Gas Association . . . . .	AGA	Gas Appliances Manufacturers' Association . . . . .	GAMA
American Gear Manufacturers' Association . . . . .	AGMA	Hydraulic Institute . . . . .	HI
American Institute of Architects . . . . .	AIA	Illuminating Engineering Society . . . . .	IES
American Institute of Chemical Engineers . . . . .	AICHE	Institute of Radio Engineers . . . . .	IRE
American Institute of Electrical Engineers . . . . .	AIEE	Institute of Traffic Engineers . . . . .	ITE
American Institute of Mining & Metallurgical Engineers . . . . .	AIME	Insulated Power Cable Engineers' Association . . . . .	IPCEA
American Institute of Steel Construction . . . . .	AISC	Joint Electron Tube Engineering Council . . . . .	JETEC
American Iron & Steel Institute . . . . .	AISI	Manufacturers' Standardization Society of the Valve and Fittings Industry . . . . .	MSS
American Petroleum Institute . . . . .	API	National Advisory Committee for Aeronautics . . . . .	NACA
American Railway Engineering Association . . . . .	AREA	National Aircraft Standards . . . . .	NAS
American Railway Bridge & Building Association . . . . .	ARBB	National Bureau of Standards . . . . .	NBS
American Society of Aeronautical Engineers . . . . .	ASAE	National Association of Manufacturers . . . . .	NAM
American Society of Body Engineers . . . . .	ASBE	National Conservation Bureau . . . . .	NCB
American Society of Civil Engineers . . . . .	ASCE	National Electrical Manufacturers' Association . . . . .	NEMA
American Society of Engineers and Architects . . . . .	ASEA	National Hardwood Lumber Association . . . . .	NHLA
American Society of Heating & Ventilating Engineers . . . . .	ASHVE	National Housing Agency . . . . .	NHA
American Society of Lubricating Engineers . . . . .	ASLE	National Lumber Manufacturers' Association . . . . .	NLMA
American Society of Mechanical Engineers . . . . .	ASME	National Machine Tool Builders' Association . . . . .	NMTBA
American Society of Metals . . . . .	ASM	National Petroleum Association . . . . .	NPA
American Society of Refrigerating Engineers . . . . .	ASRE	National Safety Council . . . . .	NSC
American Society of Safety Engineers . . . . .	ASSE	Oil Heat Institute of America . . . . .	OHIA
American Society for Steel Treating . . . . .	ASST	Rubber Manufacturers' Association . . . . .	RMA
American Society for Testing Materials . . . . .	ASTM	Refrigeration Equipment Manufacturers' Association . . . . .	REMA
American Society of Tool Engineers . . . . .	ASTE	Society for the Advancement of Management . . . . .	SAM
American Standards Association . . . . .	ASA	Society of Automotive Engineers . . . . .	SAE
American Steel Foundrymen's Association . . . . .	ASFA	Society of Fire Engineers . . . . .	SFE
American Transit Association . . . . .	ATA	Society of Industrial Engineers . . . . .	SIE
American Water Works Association . . . . .	AWWA	Society of Military Engineers . . . . .	SME
American Welding Society . . . . .	AWS	Society of Naval Architects and Marine Engineers . . . . .	SNAMME
American Wood Preservers' Association . . . . .	AWPA	Society of Tractor Engineers . . . . .	STE
		Standards Engineers' Society . . . . .	SES
		Underwriters' Laboratories, Inc . . . . .	UL

<sup>1</sup> Actualmente, Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

<sup>2</sup> Actualmente, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE).

<sup>3</sup> Actualmente, National Aeronautics and Space Administration (NASA).

## II.) TABLAS NECESARIAS

TABLA No. 1

RENDIMIENTO HORARIO APROXIMADO (m<sup>3</sup> EN BANCO), m<sup>3</sup>/HR.

CAPACIDAD CUCHARON (Yd <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>	SUELO ARCILLOSO	ROCA BIEN FRAGMENTADA
1	0.75	65 - 76	45 - 57
1 1/4	0.95	76 - 100	60 - 76
1 7/8	1.45	110 - 145	80 - 105
2 1/2	1.90	150 - 195	105 - 150
3	2.30	188 - 295	138 - 188

TABLA NO. 2

COEFICIENTE POR FACILIDAD DE CARGA

CARGA FACIL	0.95
CARGA MEDIA	0.85
CARGA DURA	0.70
CARGA MUY DURA	0.55

TABLA No. 3

FACTOR POR PROFUNDIDAD DE CORTE

PROF. MAX. DE CORTE (m)	FACTOR
1.5	0.97
3.0	1.15
4.5	1.00
6.0	0.95
7.5	0.85
9.0	0.75



TABLA No. 4

FACTOR POR ANGULO DE GIRO

ANGULO DE GIRO	FACTOR
45°	1.05
60°	1.00
75°	0.93
90°	0.86
120°	0.76
180°	0.61

**TABLA N°5**  
**PRODUCCION TEORICA POR HORA DE PALAS MECANICAS**  
**CAPACIDADES DE CUCHARONES EN M3**

CAPACIDAD DEL CUCHARON	0,29	0,20	0,58	0,77	0,96	1,15	1,35	1,5	1,9	2,1	2,3	2,7	3,05	3,45	3,8	4,2	4,6	4,95
CLASE DE MATERIAL																		
MARGA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	65	88	125	155	190	220	245	270	310	330	360	400	445	485	525	565	610	660
ARENA Y GRAVA	60	85	120	150	175	205	230	250	300	320	345	385	425	460	495	530	565	600
TIERRA COMUN	55	73	105	136	160	185	205	230	270	290	310	345	390	430	460	495	525	555
ARCILLA DURA	58	57	85	110	140	160	180	200	235	265	270	310	345	375	405	435	460	400
ROCA BIEN FRAGMENTADAS (DINAMITADAS)	30	45	72	95	120	140	155	175	210	230	245	280	315	350	380	410	440	465
TIERRA COMUN CON ROCA	20	38	61	80	100	120	140	155	185	205	220	265	290	320	350	380	415	440
ARCILLA MOJADA PEGAJOSA	19	30	54	73	92	110	125	140	175	190	205	235	265	295	320	360	375	400
ROCA MAL DINAMITADA	12	20	38	57	73	88	110	122	150	165	180	205	235	260	285	315	335	360

**NOTA:**

ESTA TABLA SE HA CALCULADO EN M3/HORA (MEDIDOS EN EL BANCO) EN UN TRABAJO EN QUE EL AGUILON DE LA PALA DESCRIBE UN ARCO DE 90°, LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION ES OPTIMA, SE CARGA EL MATERIAL EN UNIDADES DE ACARREO, NO HAY ESPERAS Y SE HA CONSIDERADO EL FACTOR DE LLENADO DEL CUCHARON.

**FALLA DE ORIGEN**

**TABLA No. 6**

OPTIMA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION, SEGUN SU CAPACIDAD DEL CUCHARON Y DEL TIPO DE MATERIAL QUE SE EXCAVARA

CAPACIDAD DEL CUCHARON	MATERIALES LIVIANOS Y MUY SUELTAS, COMO MARGA, ARENA, GRAVA	MATERIALES MEDIANOS COMO TIERRA COMUN	MATERIALES DIFICILES COMO ARCILLA DURA O MOJADA Y PEGAJOSA
m <sup>3</sup> .	m.	m.	m.
0,29	1,15	1,37	1,83
0,38	1,40	1,43	2,13
0,58	1,62	2,07	2,44
0,77	1,83	2,38	2,74
0,96	1,98	2,60	2,99
1,15	2,13	2,80	3,26
1,35	2,25	2,96	3,51
1,5	2,38	3,11	3,72
1,9	2,56	3,41	4,05

**TABLA No. 7**

**FACTOR DE CORRECCION PARA LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION Y EL ANGULO DE GIRO EN  
LOS CALCULOS REFERENTES AL RENDIMIENTO DE PALAS MECANICAS**

PORCENTAJE DE LA PROFUNDIDAD OPTI MA DE EXCAVACION	ANGULO DE GIRO						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0,93	0,89	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,99	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,10	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

**TABLA No. 8**

FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION				
CONDICIONES DE LA OBRA	COEFICIENTE DE ADMINISTRACION O GESTION			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
Excelentes (1.00)	0.84	0.81	0.76	0.70
Buenas (0.95)	0.78	0.75	0.71	0.65
Regulares (0.85)	0.72	0.69	0.65	0.60
Malas (0.75)	0.63	0.61	0.57	0.52

Factores de calificación de operadores de maquinaria.

Es bien sabido que existen clasificaciones en toda categoría de cualquier tipo de trabajo, y para la maquinaria de construcción es común trabajar para aplicar al rendimiento de la maquinaria, la siguiente clasificación y el porcentaje de eficiencia.

**TABLA No. 9**

CALIFICACION	FACTOR
1. Excelente	1.00
2. Muy bueno	0.90
3. Bueno	0.80
4. Regular	0.70

**TABLA # 10**

**VALORES DE "Cc" DE CARGADORES FRONTALES**

TIPO DE MATERIAL	CAPACIDAD NOMINAL (yd3)							
	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
ARCILLA HUMEDA ARENOSA	1,15	1,15	1,15	1,16	1,16	1,16	1,20	1,22
ARCILLA DURA Y TENAZ	1,10	1,10	1,10	1,12	1,12	1,12	1,16	1,18
ARCILLA COHESIVA HUMEDA	1,10	1,10	1,10	1,12	1,12	1,12	1,16	1,18
TIERRA COMUN	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05	1,05	1,08	1,08
ARENA O GRAVA	0,93	0,93	0,96	0,96	0,96	0,98	1,02	1,02
ROCA BIEN FRAGMENTADA	0,80	0,80	0,90	0,92	0,92	1,00	1,00	1,00
ROCA MAL FRAGMENTADA	0,60	0,60	0,75	0,80	0,80	0,90	0,95	0,95
ESCOMBROS	0,85	0,85	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95

**TABLA # 11**

**TIEMPOS DE DURACION DEL CICLO  
CARGADOR FRONTAL DE ORUGAS.**

**tc = TIEMPO DE CARGA + TIEMPO DE MANIOBRAS + TIEMPO DE VIAJES + TIEMPO DE DESCARGA**

TIEMPOS DE CARGA

TIEMPO DE MANIOBRAS

TIEMPO DE ACARREO

TIPO DE MATERIAL	TIEMPO (MINUTOS)	
ARCILLA HUMEDA ARENOSA	0,05	0,07
MATERIALES CEMENTADOS	0,10	0,20
TIERRA COMUN COMPACTA	0,05	0,10
AGREGADOS UNIFORMES	0,03	0,05
AGREGADOS MEZCLADOS	0,04	0,06
ROCA BIEN FRAGMENTADA	0,05	0,20
ROCA MAL FRAGMENTADA	0,10	0,20

**0,22 MIN**

INCLUYE:  
CUATRO CAMBIOS DE SENTIDO DE MARCHA Y LOS VIRAJES.  
TIEMPO DE DESCARGA

EN TRABAJO NORMAL DE CARGA (RECORRIDO MEDIO 7 M.) = 0,10 - MIN.

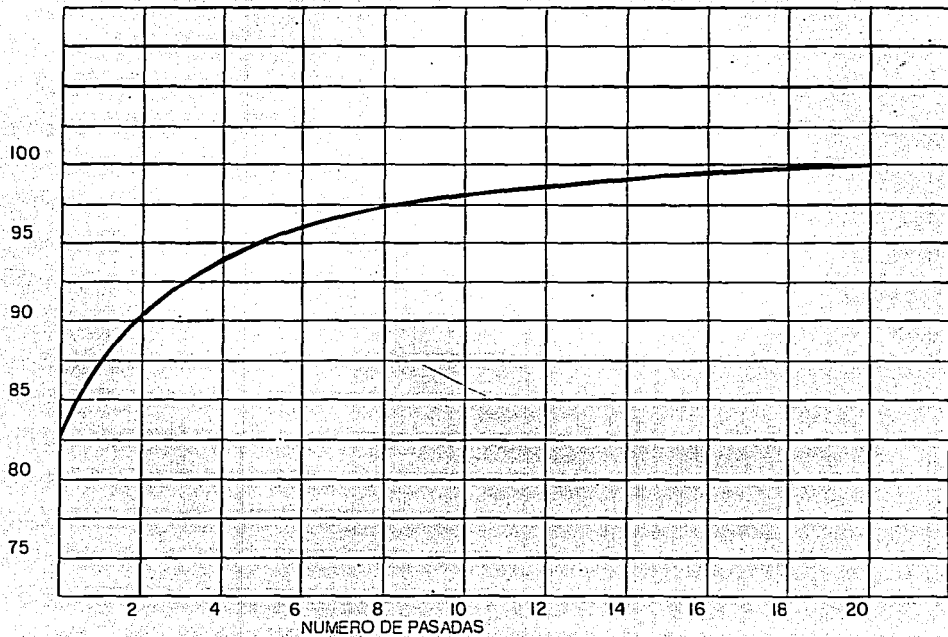
LIBRE 0,02 MIN.  
TOLVA 0,04 MIN.  
CAMION 0,04 A 0,07 MIN.

EN TRABAJO DE CARGA Y ACARREO

$tv = (dc/vc) + (dv/vv)$

dc = DISTANCIA DE VIAJE CARGADA  
dv = DISTANCIA DE VIAJE VACIA  
vc = VELOCIDAD MEDIA CARGADA  
vv = VELOCIDAD MEDIA VACIA

% DE COMPACTACION



RENDIMIENTOS DEL FABRICANTE PARA LOS RODILLOS

CA - 25, CA - 25D, CA - 25PD.

TABLA No. 12

No. DE PASADAS	VEL. DE OPERACION km/hora	ESPESOR DE CAPA COMPACTADA (cms.)					
		20	30	40	50	75	100
2	3	480	720	960	1,200	1,800	2,400
	1.5	720	1,100	1,400	1,800	2,700	3,600
	6	960	1,400	1,900	2,400	3,600	4,800
4	3	240	360	480	600	900	1,200
	4.5	360	540	720	900	1,350	1,800
	6	480	740	960	1,200	1,800	4,800
6	3	160	240	320	400	600	800
	4.5	240	360	480	600	900	1,200
	6	320	480	640	800	1,200	1,600
8	3	120	180	240	300	450	600
	4.5	180	270	360	450	680	900
	6	240	360	480	600	900	1,200

Rendimiento = m<sup>3</sup>/hora.

Rendimientos del fabricante para los rodillos  
CA-15 y CA-15P

TABLA No. 13

No. de PASADAS	ESPESOR DE LA CAPA (cms.)				
	15	30	40	50	75
2	470	940	1,260	1,580	2,350
4	240	470	630	790	1,180
6	160	320	420	630	790
8	120	240	320	390	540

Rendimiento = m<sup>3</sup>/hora.



**TABLA No. 14**  
**VIDA ECONOMICA DE LOS EQUIPOS**

	VIDA ECONOMICA	
	EN AÑOS	EN HORAS
Bombas autocebantes	3	3,600
Camiones de volteo	5	10,000
Compresoras rotatorias	5	6,000
Excavadoras (dragas y palas)	5	10,000
<b>Mezcladoras de concreto:</b>		
3 1/2 S.	2	3,200
6 S.	2.5	4,000
11 S.	2.5	4,000
16 S.	3	4,800
Motoconformadoras motor diesel	5	10,000
Motoescrepas	5	10,000
<b>Perforadoras neumáticas:</b>		
De mano	3	3,600
De columna	1	4,800
Montadas sobre ruedas	5	8,000
Montadas sobre orugas	5	8,000
Pisones neumáticos	3	3,600
Plantas eléctricas	7	11,200
Plantas trituradoras portátiles	5	8,000
Rodillos pata de cabra	4	8,000
Rodillos lisos (aplanadoras)	7	14,000
Tractores de oruga	5	10,000
Poleas cargadoras (traxcavos)	5	10,000
Vibradoras de gasolina	3	4,600
Malacates de gasolina	7	4,800

TABLA No. 15

FACTORES BASICOS DEL TREN DE RODAJE, PARA SU CALCULO DEL COSTO HORARIO			
MODELO	FACTOR BASICO		
D10	14.5		
D9,983	11.0		
D8,977,594,245, D7 LGP	8.2		
D7,955,583,235, D6 LGP	7.2		
D6,951,572,225, D5 LGP	5.5		
D5,941,571, D4 LGP, D6 SA	4.5		
DA, 931,561,215, D3 LGP, D5 SA	3.2		
D3, D4 SA	2.2		
MULTIPLICADORES DE CONDICIONES			
	IMPACTO	ABRASION	"Z"
Alto	0.3	0.4	1.0
Moderado	0.2	0.2	0.5
Bajo	0.1	0.1	0.2

TABLA No. 16

CARACTERISTICAS MEDIAS DE DISTINTOS MATERIALES

M A T E R I A L	PESO VOLUMETRICO		ABUNDA MIENTO %	FACTOR DE CONVERSION DE PESOS
	EN BANCO	SUELTO		
Arcilla en banco	1,750	1,260	40	0.72
Arcilla y grava secas	1,270	915	40	0.72
Arcilla y grava húmedas	1,380	1,000	40	0.72
Carbón en la veta (Antracita)	1,600	1,190	35	0.74
Carbón en la veta (Bituminoso)	1,280	950	35	0.74
Tierra común y margas secas	1,550	1,250	25	0.80
Tierra común y margas hú- medas	2,000	1,600	25	0.80
Gravas de 6 a 51mm.secas	1,680	1,495	12	0.89
Gravas de 6 a 51mm.húmedas	2,250	2,000	12	0.89
Yeso	2,800	1,600	74	0.57
Mineral de Hierro-Magnetita	3,280	2,780	23	0.84
Mineral de Hierro -Pirita	3,040	2,580	23	0.84
Mineral de Hierro-Hematita	2,900	2,465	23	0.84
Piedra caliza	2,600	1,560	67	0.60
Arena suelta seca	1,600	1,440	12	0.89
Arena compacta húmeda	2,070	1,850	12	0.89
Arena dinamitada	2,520	1,500	54	0.65
Cenizas		575		
Roca fragmentada	2,620	1,755	49	0.67
Basaltos	2,964	1,956	51	0.66
Gnais	2,845	1,849	54	0.65
Granito	2,667		50 a 80	0.67 a 0.56
Mármol	2,727		67 a 75	0.60 a 0.57

TABLA No. 17

FACTOR DEL COSTO DE LAS REPARACIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EXPRESADO EN PORCIENTO DE LOS COSTOS DE DEPRECIACION LINEAL DE LOS MISMOS.

FACTOR Q	M A Q U I N A R I A
100% Q = 1.0	Aplanadoras, arados, bombas de alta presión, de pistón o de sumidero, botes para concreto, coladeras equipo marino, escarificadoras, escrepas, grúas de patas fijas, maquinaria para trabajar madera, molde de acero, motoconformadoras pequeñas, motores de combustión interna y eléctricos, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos pata de cabra, sierra de madera, soldadores de acetileno, tolvas para concreto, tractores con y sin cuchilla, transportadores portátiles.
80% Q = 0.8	Agitadores para concreto, automóviles, bombas de concreto con motor de gasolina, bombas centrifugas, botes de almeja, camiones de volteo, compresoras, dosificadoras, grúas de arrastre, equipo bituminoso (exceptuando estufas), gatos hidráulicos, malacates eléctricos y de vapor, martinetes para clavar pilotes, mezcladoras de concreto de 1.5 m <sup>3</sup> . o mayores montadas en camión, mezcladoras de mortero de 400 litros, motoconformadoras, pavimentadoras, pantas trituradoras, y clasificadoras pequeñas, impartidoras de piedra triturada, soldadoras con motor de gasolina, tolvas para agregados transportadores estacionarios, vagonetas de volteo, vibradores de concreto zanjaderas.
60% Q = 0.6	Aguzadoras, camiones (exceptuando los de volteo), cañones neumáticos para concreto, cargadoras de canchales, elevadoras de canchales grúas móviles, malacates de gasolina, mezcladoras de concreto, tamaño mediano, mezcladoras pequeñas para mortero, perforadora neumática plantas de concreto, quebradoras, rodillos excepto los de pata de cabra.
40%	Herramienta eléctrica de mano, herramienta neumática, mezcladoras pequeñas para concreto, tubería.

TABLA No. 18

FACTORES DE CONSERVACION DE LAS LLANTAS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION Y VIDA ECONOMICA DE LAS MISMAS

CONDICIONES	1	2	3	4	5	6-7	8	FACTOR TOTAL	VIDA ECONOMICA
Camiones de carretera	1.00 0.90	0.85 0.90	0.90 0.80	0.95 0.95	1.00 1.00	0.90 0.70	1.00 0.90	65.407 38.783	3,270 (*) 1,940 (*)
Camiones pesados de terracerías	1.00 0.90	0.90 1.00	0.80 0.70	0.95 0.95	1.00 1.00	0.85 0.70	1.00 0.90	58.140 37.706	2,900 1,900
Escrepas y motoescrepas	1.00 0.90	1.00 1.00	0.80 0.70	0.75 0.75	1.00 1.00	0.85 0.70	1.00 1.00	51.000 33.070	2,550 1,650
Motoconformadoras	1.00 0.90	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.00 1.00	0.85 0.70	1.00 1.00	61.200 45.360	3,060 2,270
Palas cargadoras	1.00 0.90	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.00 1.00	0.85 0.85	1.00 0.90	51.200 49.570	3,060 2,480
Tractores	1.00 0.90	1.00 1.00	0.80 0.88	0.10 0.80	1.00 1.00	0.85 0.70	1.00 0.90	54.400 36.288	2,720 1,815
Apisonadoras	1.00 0.90	1.00 1.00	0.80 0.80	1.00 1.00	1.00 1.00	0.85 0.85	1.00 1.00	68,000 61.200	3,400 3,060

(\*) NOTA: En los subrenglones superiores se consignan valores correspondientes a condiciones normales promedio. En los subrenglones inferiores se consignan los valores correspondientes a condiciones adversas.

**GOOD YEAT TIRE AND RUBER CO.**  
**VIDA UTIL ESTIMADA DE LOS NEUMATICOS DE**  
**LAS UNIDADES DE ACARREO (CAMIONES Y TRAILLAS)**

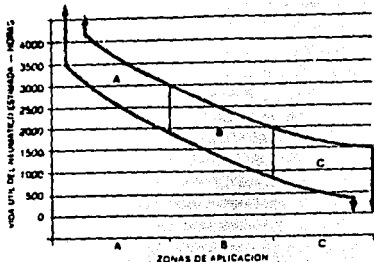
#	CONDICIONES	FACTOR
I	<b>MANTENIMIENTO</b>	
	EXCELENTE	1,090
	PROMEDIO	0,981
	POBRE	0,763
II	<b>VELOCIDADES MAXIMAS</b>	
	10 MPH - 16 KM/H	1,090
	20 MPH - 32 KM/H	0,872
	30 MPH - 48 KM/H	0,763
III	<b>CONDICIONES DE TERRENO</b>	
	TIERRA BLANDA - SIN ROCA	1,090
	TIERRA BLANDA - ALGUNAS ROCAS	0,981
	BIEN MANTENIDO - RUTA DE GRAVA	0,981
	MAL MANTENIDO - RUTA DE GRAVA	0,763
	VOLADURA - ROCAS AGUDAS	0,654
IV	<b>POSICION DE LAS RUEDAS</b>	
	REMOLQUE	1,090
	DELANTERA	0,981
	IMPULSORA (DESCARGA TRASERA)	0,872
	(DESCARGA POR EL FONDO)	0,763
	(MOTO TRAILLA)	0,654
V	<b>CARGA (VER NOTA VIII)</b>	
	T&RA/ETRTO CARGA RECOMENDADA	1,090
	20 % SOBRECARGA	0,872
	40 % SOBRECARGA	0,545
VI	<b>CURVAS</b>	
	NINGUNA	1,090
	MEDIAS	0,981
	SEVERAS	0,872
VII	<b>PENDIENTES (NEUMATICOS IMPULSORES UNICAMENTE)</b>	
	NIVEL	1,090
	5 % MAXIMO	0,981
	15 % MAXIMO	0,763
VIII	<b>OTRAS COMBINACIONES VARIAS</b>	
	NINGUNA	1,090
	MEDIA	0,981
	SEVERA	0,872

(Hay que usar la condición VIII cuando hay sobrecarga junto con una o más condiciones primarias de conservación, velocidades, condiciones del peralte. La combinación de niveles severos en dichas condiciones, junto con una sobrecarga, creará una condición aún más severa que contribuirá en mayor proporción a una falla prematura del neumático que los factores individuales de cada condición).

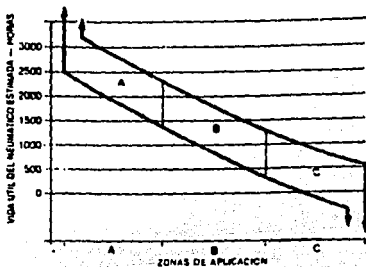
TIPO DE NEUMATICO	VIDA UTIL horas	PROMEDIO	
		millas	BASE km
E - 3 Estándar lonas diagonales	2510	25,100	40400
E - 4 Banda de rodadura extra	3510	35,100	54500
Radial RL4 Banda de rodadura extra	4200	42,000	67600

Utilizando las horas base (0 millas) multiplique el factor apropiado para cada condición para obtener como producto final las horas estimadas aproximadamente (o millas).

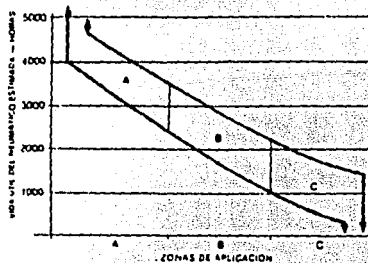
800 ... MOTOTRAILLAS



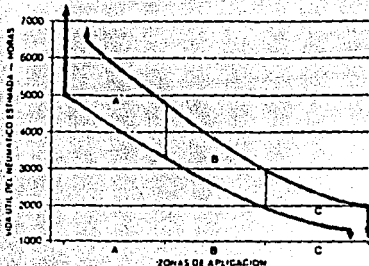
800 ... TRACTORES DE RUEDAS  
900 ... CARGADORES DE RUEDAS



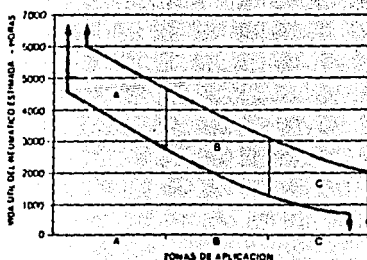
700 ... CAMIONES DE OBRAS Y DE TIRO



12-150 ... MOTONIVELADORAS



500 ... ARRASTRADORES DE TRONCOS





LLANTAS

TABLA DE CONVERSION DIRECTA DE TREINTADOSEIS DE PULGADA A PORCENTAJE DE LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE LLANTAS.

Medida	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/8"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 5/8"	2 3/4"	2 7/8"	3"	3 1/8"	3 1/4"	3 3/8"	3 1/2"	3 5/8"	3 3/4"	3 7/8"	4"
1/32	3.4%	3.7%	3.9%	4.1%	4.3%	4.5%	4.7%	4.9%	5.1%	5.3%	5.5%	5.7%	5.9%	6.1%	6.3%	6.5%	6.7%	6.9%	7.1%	7.3%	7.5%	7.7%	7.9%	8.1%
1/16	6.8	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.6	11.0	11.4	11.8	12.2	12.6	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	16.2
3/32	10.2	10.9	11.4	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
1/8	13.6	14.5	15.2	16.0	16.7	17.5	18.2	19.0	19.7	20.5	21.2	22.0	22.7	23.5	24.2	25.0	25.7	26.5	27.2	28.0	28.7	29.5	30.2	31.0
3/16	17.0	18.0	18.8	19.7	20.5	21.4	22.2	23.1	23.9	24.7	25.6	26.4	27.2	28.1	28.9	29.7	30.6	31.4	32.2	33.1	33.9	34.7	35.6	36.4
1/4	20.4	21.5	22.3	23.2	24.0	24.9	25.7	26.6	27.4	28.2	29.1	29.9	30.7	31.6	32.4	33.2	34.1	34.9	35.7	36.6	37.4	38.2	39.1	40.0
5/16	23.8	25.0	25.8	26.7	27.5	28.3	29.1	29.9	30.7	31.5	32.3	33.1	33.9	34.7	35.5	36.3	37.1	37.9	38.7	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7
3/8	27.2	28.5	29.3	30.2	31.0	31.8	32.6	33.4	34.2	35.0	35.8	36.6	37.4	38.2	39.0	39.8	40.6	41.4	42.2	43.0	43.8	44.6	45.4	46.2
7/16	30.6	32.0	32.7	33.6	34.4	35.2	36.0	36.8	37.6	38.4	39.2	40.0	40.8	41.6	42.4	43.2	44.0	44.8	45.6	46.4	47.2	48.0	48.8	49.6
1/2	34.0	35.5	36.2	37.1	37.9	38.7	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7	43.5	44.3	45.1	45.9	46.7	47.5	48.3	49.1	49.9	50.7	51.5	52.3	53.1
5/8	37.4	39.0	39.7	40.6	41.4	42.2	43.0	43.8	44.6	45.4	46.2	47.0	47.8	48.6	49.4	50.2	51.0	51.8	52.6	53.4	54.2	55.0	55.8	56.6
3/4	40.8	42.5	43.2	44.1	44.9	45.7	46.5	47.3	48.1	48.9	49.7	50.5	51.3	52.1	52.9	53.7	54.5	55.3	56.1	56.9	57.7	58.5	59.3	60.1
7/8	44.2	46.0	46.7	47.6	48.4	49.2	50.0	50.8	51.6	52.4	53.2	54.0	54.8	55.6	56.4	57.2	58.0	58.8	59.6	60.4	61.2	62.0	62.8	63.6
1 1/8	47.6	49.5	50.2	51.1	52.0	52.8	53.6	54.4	55.2	56.0	56.8	57.6	58.4	59.2	60.0	60.8	61.6	62.4	63.2	64.0	64.8	65.6	66.4	67.2
1 1/4	51.0	53.0	53.7	54.6	55.5	56.3	57.1	57.9	58.7	59.5	60.3	61.1	61.9	62.7	63.5	64.3	65.1	65.9	66.7	67.5	68.3	69.1	69.9	70.7
1 3/8	54.4	56.5	57.2	58.1	59.0	59.8	60.6	61.4	62.2	63.0	63.8	64.6	65.4	66.2	67.0	67.8	68.6	69.4	70.2	71.0	71.8	72.6	73.4	74.2
1 1/2	57.8	60.0	60.7	61.6	62.5	63.3	64.1	64.9	65.7	66.5	67.3	68.1	68.9	69.7	70.5	71.3	72.1	72.9	73.7	74.5	75.3	76.1	76.9	77.7
1 5/8	61.2	63.5	64.2	65.1	66.0	66.8	67.6	68.4	69.2	70.0	70.8	71.6	72.4	73.2	74.0	74.8	75.6	76.4	77.2	78.0	78.8	79.6	80.4	81.2
1 3/4	64.6	67.0	67.7	68.6	69.5	70.3	71.1	71.9	72.7	73.5	74.3	75.1	75.9	76.7	77.5	78.3	79.1	79.9	80.7	81.5	82.3	83.1	83.9	84.7
1 7/8	68.0	70.5	71.2	72.1	73.0	73.8	74.6	75.4	76.2	77.0	77.8	78.6	79.4	80.2	81.0	81.8	82.6	83.4	84.2	85.0	85.8	86.6	87.4	88.2
2"	71.4	74.0	74.7	75.6	76.5	77.3	78.1	78.9	79.7	80.5	81.3	82.1	82.9	83.7	84.5	85.3	86.1	86.9	87.7	88.5	89.3	90.1	90.9	91.7
2 1/8	74.8	77.5	78.2	79.1	80.0	80.8	81.6	82.4	83.2	84.0	84.8	85.6	86.4	87.2	88.0	88.8	89.6	90.4	91.2	92.0	92.8	93.6	94.4	95.2
2 1/4	78.2	81.0	81.7	82.6	83.5	84.3	85.1	85.9	86.7	87.5	88.3	89.1	89.9	90.7	91.5	92.3	93.1	93.9	94.7	95.5	96.3	97.1	97.9	98.7
2 3/8	81.6	84.5	85.2	86.1	87.0	87.8	88.6	89.4	90.2	91.0	91.8	92.6	93.4	94.2	95.0	95.8	96.6	97.4	98.2	99.0	99.8	100.0		
2 1/2	85.0	88.0	88.7	89.6	90.5	91.3	92.1	92.9	93.7	94.5	95.3	96.1	96.9	97.7	98.5	99.3	100.0							
2 5/8	88.4	91.5	92.2	93.1	94.0	94.8	95.6	96.4	97.2	98.0	98.8	99.6	100.0											
2 3/4	91.8	95.0	95.7	96.6	97.5	98.3	99.1	99.9	100.0															
2 7/8	95.2	98.5	99.2	100.0																				
3"	98.6	100.0																						

Medida	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/8"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 5/8"	2 3/4"	2 7/8"	3"	3 1/8"	3 1/4"	3 3/8"	3 1/2"	3 5/8"	3 3/4"	3 7/8"	4"
31/32	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
31/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
31/8	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
33/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
37/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
31/4	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
35/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
39/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
43/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
47/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
51/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
55/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
59/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
63/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
67/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
71/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
75/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
79/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
83/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
87/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
91/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
95/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
99/16	100.0	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99.4	99.3	99.2	99.1	99.0	98.9	98.8	98.7	98.6	98.5	98.4	98.3	98.2	98.1	98.0	97.9	97.8	97.7
1 1/8	100.0	99.9	99.8	99.7																				

LLANTAS

Fecha	Descripción	Saldo	Debitos	Credito	Saldo
07/30					81.4
07/30					82.0
08/30					84.0
09/30					86.0
10/30					88.0
11/30					87.6
12/30					88.8
13/30					89.0
14/30					89.8
15/30					100.0
16/30					87.4
17/30					88.1
18/30					88.9
19/30					89.7
20/30					90.5
21/30					91.3
22/30					92.0
23/30					92.8
24/30					93.6
25/30					94.4
26/30					95.2
27/30					96.0
28/30					96.7
29/30					97.5
30/30					98.3
31/30					99.1
01/30					100.0
02/30					76.1
03/30					76.8
04/30					76.9
05/30					80.0
06/30					81.7
07/30					83.1
08/30					84.6
09/30					86.4
10/30					88.0
11/30					87.1
12/30					87.9
13/30					88.0
14/30					88.1
15/30					90.4
16/30					91.1
17/30					91.9
18/30					92.6
19/30					93.4
20/30					94.2
21/30					95.0
22/30					95.8
23/30					96.6
24/30					97.3
25/30					98.0
26/30					98.7
27/30					99.3
28/30					100.0

Fecha	Descripción	Saldo	Debitos	Credito	Saldo
07/30					81.4
07/30					82.0
08/30					84.0
09/30					86.0
10/30					88.0
11/30					87.6
12/30					88.8
13/30					89.0
14/30					89.8
15/30					100.0
16/30					87.4
17/30					88.1
18/30					88.9
19/30					89.7
20/30					90.5
21/30					91.3
22/30					92.0
23/30					92.8
24/30					93.6
25/30					94.4
26/30					95.2
27/30					96.0
28/30					96.7
29/30					97.5
30/30					98.3
31/30					99.1
01/30					100.0
02/30					76.1
03/30					76.8
04/30					76.9
05/30					80.0
06/30					81.7
07/30					83.1
08/30					84.6
09/30					86.4
10/30					88.0
11/30					87.1
12/30					87.9
13/30					88.0
14/30					88.1
15/30					90.4
16/30					91.1
17/30					91.9
18/30					92.6
19/30					93.4
20/30					94.2
21/30					95.0
22/30					95.8
23/30					96.6
24/30					97.3
25/30					98.0
26/30					98.7
27/30					99.3
28/30					100.0

FALLA DE ORIGEN

CUADRO DE EQUIVALENTES DE LUBRICACION

ESPECIFICACION MILITAR	VISCOSIDAD	EQUIVALENTES					CONJUNTOS A LUBRICAR
		MOBIL OIL	TEXACO	PEMEX	QUAKER-STATE	VALVOLINE	
MIL-L-2104-C MIL-L-45199B	SERIE 3 SAE 30	CD-OIL	URSA OIL-5-3	DEX	HDX SERIE 3	SUPER VALVOLINE 1000 SERIE 3	MOTORES CONVERTIDORES TRANSMISIONES SEMI-AUTOMATICAS, MANDOS DIRECCIONALES DE EQUIPO CATERPILLAR.
MIL-L-2104-C MIL-L-45199 B	SERIE 3 SAE 10W	CD-OIL	URSA OIL-5-3	DEX	HDX SERIE 3	SUPER VALVOLINE 1000 SERIE 3	SISTEMAS HIDRAULICOS DE EQUIPO CATERPILLAR
MIL-L-2104-A MIL-L-2104-B	SAE 30	DELVAC 1130	URSA OIL HEAVY DUTY	DIS	SUPER MOTOR OIL	SUPER HPO	MOTORES QUE NO SEAN CAT. COMO CUMMINS G.M.C. ROLLS ROYCE, DEUTZ Y PERKINS.
TIPO DEXRON C3, C2, C1, A Y F		ATF 210	FLUIDO TRANSMISION AUTOMATICA	TRANS. DEX	QUADROMATIC	VALVOMATIC TIPO B DEXRON	TRANSMISIONES SEMI-AUTOMATICAS ALLISON, CLARCK, FUNK Y SISTEMA HIDRAULICO POCLAIN.
MIL-L-2104-A MIL-L-2104-B MIL-L-46152	SAE 10W	DELVAC 1110	URSA OIL HEAVY CUTY	HM-150	HID. HDX 5-3 SUPER MOTOR OIL	HIDRAULIC-OIL	SISTEMAS HIDRAULICOS MENOS CAT. Y POCLAIN.
MIL-L-2105-B	SAE 90EP SAE 140EP	LUBE 46	MULTIGEAR LUBRICANTE E.P.	LUBRICANTE DIFERENCIALES S, C, L.	SUPER QUADROLUBE	SCL-GEAR LUBRICACION	ENGRANES CUBIERTOS/REDUCTORES DIFERENCIALES, PLANETARIOS, TRANSMISIONES TIPO FULLER, MAN, FINALES.
COMPOUND		VISCOLITE OIL MH	CARTER NO. 2	NACIONAL ENGRANES MEDIANO	OPEN GEAR COMPOUND	PERFECTION POUND NO. 3	ENGRANES DESCUBIERTOS
MULTIPORPOSE		LUX 2	MAFAK MULTIPORPOSE 2M	CALPLEX EP. 2	PERFECT. PLEX E. P.	VALPLEX E. P. GREASE	ENGRASE GENERAL
TOCOS LOS COMP.		DYE HEAVY MEDIUM	REGAL OIL 68	NACIONAL TURBINAS 15			UNIDAD COMPRESORA

FALLA DE ORIGEN

PERIODO DE CAMBIO DE ELEMENTOS FILTRO LUBRICANTE Y REFRIGERANTE

CONJUNTO O COMPARTIMIENTO	C/8 HORAS	C/100 HORAS		C/500 HORAS		C/1000 HORAS	
	PONER A NIVEL	ELEMENTO	LUBRICANTE O REFRIG.	ELEMENTO	LUBRICANTE O REFRIG.	ELEMENTO	LUBRICANTE O REFRIG.
RADIADOR	✓			●	●	●	●
MOTOR	✓	●	●	●	●	●	●
CONVERTIDOR	✓			●	●	●	●
CAJA DE VELOCIDADES SEMI-AUTOMATICA	✓	⊗		⊗ ●	●	⊗ ●	●
CAJA DE VELOCIDADES DE ENGRANES O TIPO FULLER	✓				●		●
SISTEMA HIDRAULICO	✓		×	●	×	●	●
DIFERENCIALES	✓				●		●
MANDOS FINALES	✓			●	●	●	●
CAJA DE ENGRANES CUBIERTOS	✓				●		●
CAJA DE CADENAS	✓				●		●
UNIDAD COMPRESORA	✓		×	●	×	●	●



DRENAJEAR CONDENSADOS



CAMBIO ELEMENTOS FILTROS LUBRICANTES Y REFRIGERANTES



REVISION DEL ELEMENTO MAGNETICO

NOTA:

EN EL CASO DEL ELEMENTO DEL REFRIGERANTE CUANDO LO TENGA INSTALADO COMO EN EL MOTOR CUMMINS.

Consumo de Combustible  
En Litros y  
Galones E.U.A. (en negrilla)

Costos de Posesión y Operación

TABLA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y  
GUIA DEL FACTOR DE CARGA

010 ... TRACTORES DE CADENAS						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones
D3B & BPS	88	1.8	91	2.4	114	3.0
D4E & BPS	78	2.1	103	2.7	127	3.4
D4E AE	90	2.4	121	3.2	154	4.1
D5B & BPS	100	2.6	132	3.6	169	4.5
D5B AE	120	3.2	153	4.2	200	5.3
D6D & BPS	141	3.7	188	4.9	230	6.1
D6D AE	180	4.7	212	5.6	264	7.0
D7G & BPS	212	5.6	260	7.4	352	9.3
D8E	307	8.1	409	10.8	511	13.5
D9E	428	11.3	572	15.1	712	18.8
D10	662	17.5	862	22.8	1124	29.7

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Alto** Desgarramiento continuo empuje con la hacha en nieve compacta (abertura con la barra de tiro o plena aceleración muy seca o ninguna marcha en vacío. No resaca en terreno seco)

**Medio** Empuje en gran nieve con la hacha, remolque de troncos o sobre todo empuje en la carga de troncos

**Bajo** Bastante carga en vacío o sin carga

12 150 ... MOTONIVELADORAS

Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones
1205	12.8	3.4	17.8	4.7	24.2	6.4
1425	13.2	3.5	18.1	4.8	24.7	6.5
1200	11.2	2.9	15.4	4.1	20.9	5.5
1300	12.1	3.2	16.8	4.6	23.0	6.1
120	12.6	3.3	17.4	4.6	23.8	6.3
1400	15.8	4.2	18.3	5.0	26.2	7.0
140	15.1	4.0	21.1	5.6	28.5	7.5
160	20.6	5.4	28.3	7.5	38.6	10.2

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Alto** Zonas empacadas o rellenas de material para base, desgarramiento, conservación, presión de caminos de tránsito de nieve

**Medio** Conservación mecánica de caminos, trabajos de mezcla en los caminos, escavación después de nieve

**Bajo** Preparación de terreno, no conservación, buena

200 ... PALAS FRONTALES

Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones
225	14.8	3.9	23.8	6.3	33.6	8.9
245	23.9	6.3	40.7	10.8	57.5	15.2

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Alto** Ciclos constantes en materiales duros de escava

**Medio** Ciclos constantes con períodos frecuentes de marcha en vacío

**Bajo** Trabajo fácil y liviano. Considerable marcha en vacío

200 ... EXCAVADORAS

Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones
215	8.0	2.4	12.5	3.4	18.6	4.9
225	17.0	4.5	18.9	5.0	23.4	6.2
235	27.1	7.2	30.2	8.0	36.7	9.6
245	33.4	8.8	38.6	10.4	51.1	13.5

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Alto** La mayoría de trabajos en aplicaciones de tener tubos en suelos duros de roca. Escavación del 80 al 95% de la jornada diaria

**Medio** La mayor parte de las aplicaciones en trabajos de alcantarillas para urbanización con techo de altura natural. Escavación de 60 al 85% de la jornada diaria

**Bajo** La mayoría de los trabajos en servicio general, o urbanos en carga arenosa. Escavación de menos del 50% de la jornada

500 ... ARRASTRADORES DE TRONCOS

Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones
518	6.6	1.8	8.3	2.2	13.1	3.5
528	10.2	2.7	15.1	4.0	23.4	6.2

GUIA DEL FACTOR DE CARGA - 518

**Alto** Arrastre de troncos grandes (más de 6 800 kg por carga) en cuevas (más del 10%) con gran resistencia al arrastre

**Medio** Arrastre de troncos medianos (hasta 8 800 kg) en cuevas moderadas (de 6 al 10%) con resistencia media al arrastre

**Bajo** Arrastre de troncos delgados (cargas menores de 4 500 kg) en terreno plano (0 a 3%) con baja resistencia al arrastre

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA - 528

**Año** Arrieste de troncos grandes (cargas de más de 11,300 kg) en cuerdas (con más del 10% y alta resistencia al arrieste)

**Medio** Arrieste de troncos (mediante cargas hasta de 11,300 kg) en cuerdas (de 5 a 10%) con resistencia a media al arrieste

**Bajo** Arrieste de troncos (mediante cargas menores de 11,300 kg) en troncos (degrados) (5%) con baja resistencia al arrieste

520 PIPELATERES					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
561D	4.5	1.2	6.8	1.8	8.3
511G	9.5	2.5	14.4	3.8	18.9
132A	9.5	2.5	14.4	3.8	18.9
521K	3.7	1.0	5.7	1.5	7.0
544M	8.9	2.4	13.4	3.5	16.2

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** El factor de carga de los tractores depende en gran parte del tiempo que la máquina está en movimiento en el día

100 ... CAMIONES DE OBRAS Y DE TIRO					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
789C	14.7	3.9	24.6	6.5	34.4
773B	21.2	5.6	35.2	9.3	49.6
777	27.8	7.3	46.1	12.1	64.3
766C	24.6	6.5	34.4	9.1	43.9
772B	35.2	9.3	49.6	13.1	63.6
776	46.1	12.1	64.3	17.0	82.9

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** Carga con rapidez (volvo o transporte de banda para distancia total continua)

**Medio** Tiempo normal de carga en torno de la cara

**Bajo** Acarreo (cuestas arriba y retorno cuesta abajo) Acarreo (cuestas arriba y en ambos caminos y tre cuenta marcha en vacío)

120 CARGADORES DE RUEDAS					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
910	7.2	1.9	8.3	2.2	9.5
919	8.3	2.2	11.4	3.0	13.1
910	10.2	2.7	14.0	3.7	16.2
910	12.9	3.4	17.4	4.6	20.8
943C	17.3	4.5	22.5	5.9	27.6
964C	23.7	6.2	32.2	8.5	41.3
922E	36.3	9.6	47.2	12.4	56.1
930C	61.3	16.2	74.6	19.7	114.7

Modelos alternativos de ruedas

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** Ciclos básicos (constantes) del cargador

**Medio** Ciclos con cambios (pero no al distanciar de acarreo o trabajo en el ciclo básico del cargador) con períodos frecuentes en vacío

**Bajo** Trabajo (trabajo de terreno arenoso) bastante lento en vacío

500 MOTOTRILLAS					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
513B	14.3	3.7	21.5	5.6	23.1
521B	22.6	6.0	32.2	8.5	34.1
523B	22.5	6.0	32.2	8.5	34.1
527B	47.7	12.6	63.6	16.8	70.2
537B	45.0	11.8	60.0	15.8	67.0
531B	15.0	4.0	21.5	5.6	23.1
537D	14.0	3.7	20.0	5.3	21.9
535C	21.0	5.5	30.0	7.9	33.3
541B	14.1	3.7	21.5	5.6	23.1
551C	29.1	7.6	41.3	10.9	46.1
591B	65.8	17.4	82.9	21.9	91.7

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** La resistencia total es continua y los ciclos constantes

**Medio** Se utilizó en la construcción de carreteras

**Bajo** Uso como tractor para fertilizante (trabajo en vacío) (cuesta abajo) (alta resistencia a la pendiente)

500 TRACTORES DE RUEDAS Y COMPACTADORES					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
814	18.9	5.0	25.7	6.8	34.1
815	24.6	6.5	34.4	9.1	40.9
816	24.6	6.5	34.4	9.1	40.9
824C	29.9	7.9	42.1	11.1	53.4
825C	42.1	11.1	53.4	14.1	59.8
826C	42.1	11.1	53.4	14.1	59.8

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** Trabajo pesado con la hoja (remoción de material pesado)

**Medio** Trabajo en volumen con la hoja (especialmente empujando pajas) después en torno de la cara (metálico y compactación normal)

**Bajo** Considerable marcha en vacío (trabajo en vacío) (carga)

500 CARGADORES DE CAJENAS					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
921B	8.6	2.3	9.8	2.6	12.1
941B	9.1	2.4	12.9	3.4	17.4
951C	11.0	2.9	15.8	4.2	18.5
952L	14.8	3.9	21.6	5.7	26.5
977L	18.9	5.0	28.0	7.4	34.1
943B	26.9	7.1	38.9	10.2	47.7

### GUIA DEL FACTOR DE CARGA

**Año** Carga continua del banco en el ciclo básico del cargador

**Medio** Carga del banco en el ciclo básico del cargador

Lubricantes, Filtros, Grasa | Costos de Posesión y Operación

**TABLA RAPIDA DE ESTIMACION —  
COSTO HORARIO APROXIMADO EN LOS ESTADOS  
UNIDOS PARA LOS LUBRICANTES, FILTROS,  
GRASA Y FLUIDOS HIDRAULICOS**

(Al operar en barro profundo, agua o con mucho polvo,  
aumentar estas cifras en un 25%)

Los Tractores de Cadenas incluyen el costo del fluido y los  
Filtros de los controles hidráulicos.

Precios utilizados —

Acete Serris 3 a EUA \$3.00 por Galon EUA

Grasa a \$0.50 por libra

Filtros a los Precios de Lista al Consumidor de E.U.A.

Acete EP a \$3.00 EUA por Galon EUA

Se incluye la mano de obra

Modelo	Costo Horario Aproximado	Modelo	Costo Horario Aproximado
<b>0-10</b>		<b>600</b>	
D3B y D3B LGP	.26	613B	.58
D4E y D4E SA y		621B	.70
D4E LGP	.26	623B	.78
D5B y D5B SA y		627B	1.18
D5B LGP	.36	631D	.94
D6D y D6D SA y		633D	1.02
D6D LGP	.48	637D	1.28
D7G y D7G LGP	.58	641B	1.72
D8K	.70	651B	.72
D8H	.88	657B	2.70
DD8H	1.72	<b>700</b>	
D10	1.60	766C, 769C	.86
<b>12-150</b>		772B, 773B	1.78
120B	.20	776, 777	2.28
140B	.20	<b>800</b>	
120G	.34	814	.80
120G	.36	815	.80
12G	.36	816	.80
140G	.48	824C	1.10
14G	.58	825C	1.10
16G	.78	826C	1.10
<b>200</b>		<b>900</b>	
215	.82	931B y 931B LGP	.86
225	1.38	941B	.88
235 y 235		951C	.50
Para Frente	1.80	951L	.56
245 y 245		977L	.84
Para Frente	2.32	983B	1.00
<b>500</b>		<b>900</b>	
518	.78	910	.44
528	1.34	920	.48
<b>550</b>		930	.48
567D	.26	950	.50
571G	.48	966C	.74
572G	.48	983C	.86
583A	.53	986D	1.14
594H	.64	992C	1.52

ENR, APR 54 p. 47

Lubricantes, Filtros, Grasa | Costos de Posesión y Operación

**TABLA RAPIDA DE ESTIMACION —  
COSTO HORARIO APROXIMADO EN LOS ESTADOS  
UNIDOS PARA LOS LUBRICANTES, FILTROS,  
GRASA Y FLUIDOS HIDRAULICOS**

(Al operar en barro profundo, agua o con mucho polvo,  
aumente estas cifras en un 25%)

Los Tractores de Cadenas incluyen el costo del fluido y los  
Filtros de los controles hidráulicos.

Precios utilizados —

Acete sero 3 a EUA \$3.00 por Galon EUA

Grasa a \$0.20 por libra

Filtros a los Precios de Lista al Consumidor de E.U.A.

Acete EP a \$3.00 EUA por Galon EUA

Se incluye la mano de obra

Modelo	Costo Horario Aproximado	Modelo	Costo Horario Aproximado
<b>0-10</b>		<b>800</b>	
D3B y D3B LGP	.26	813B	.58
D4E y D4E SA y		821B	.70
D4E LGP	.28	822B	.78
D5B y D5B SA y		827B	1.18
D5B LGP	.36	831D	.84
D6D y D6D SA y		833D	1.02
D6D LGP *	.48	837D	1.28
D7G y D7G LGP	.58	841B	1.72
D8K	.70	851B	1.72
D9M	.88	857B	2.70
DD9M	1.72	<b>700</b>	
D10	1.80	780C, 788C	.88
<b>12-150</b>		772B, 773B	1.78
120B	.20	774, 777	2.28
140B	.20	<b>900</b>	
120G	.34	874	.80
120G	.36	815	.80
120	.36	818	.80
140G	.48	824C	1.15
140	.56	825C	1.10
160	.78	828C	1.10
<b>200</b>		<b>900</b>	
215	.92	931B y 931B LGP	.38
225	1.36	941B	.48
235 y 235		951C	.50
Para Frente	1.80	855L	.58
245 y 245		977L	.84
Para Frente	2.32	983B	1.00
<b>500</b>		<b>900</b>	
518	.78	910	.44
528	1.34	920	.48
<b>550</b>		930	.48
561D	.26	950	.52
571G	.48	966C	.74
572G	.48	983C	.86
583K	.53	988B	1.14
594M	.64	992C	1.58

\*SA a EPS de a el



TABLA DE CONVERSION DE PULGADAS A MILIMETROS

PULGADA	0	PULGADAS								
		1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"
		MILIMETROS								
0	0	25.4000	50.8000	76.2000	101.6000	127.0000	152.4000	177.8000	203.2000	228.6000
1/64	0.015 625	0.3869	0.7738	1.1607	1.5476	1.9345	2.3214	2.7083	3.0952	3.4821
1/32	0.031 25	0.7898	1.5796	2.3694	3.1592	3.9490	4.7388	5.5286	6.3184	7.1082
3/64	0.046 875	1.1865	2.3730	3.5595	4.7460	5.9325	7.1190	8.3055	9.4920	10.6785
1/16	0.062 5	1.5875	3.1750	4.7625	6.3500	7.9375	9.5250	11.1125	12.7000	14.2875
5/64	0.078 125	1.9844	3.9688	5.9532	7.9376	9.9220	11.9064	13.8908	15.8752	17.8596
3/32	0.093 75	2.3812	4.7625	7.1438	9.5250	11.9063	14.2875	16.6688	19.0500	21.4313
7/64	0.109 375	2.7781	5.5562	8.3494	11.1426	13.9358	16.7290	19.5222	22.3154	25.1096
1/8	0.125	3.1750	6.3500	9.5250	12.7000	15.8750	19.0500	22.2250	25.4000	28.5750
9/64	0.140 625	3.5719	7.1438	10.7157	14.2876	17.5221	20.7692	23.5163	26.7125	29.9088
5/32	0.156 25	3.9688	7.9376	11.9064	15.8752	19.8539	23.8425	27.0688	30.3375	33.3581
11/64	0.171 875	4.3656	8.7313	13.0952	17.4604	21.2375	24.6125	27.7625	31.2500	34.6458
3/16	0.187 5	4.7625	9.5250	14.2875	19.0500	23.1750	27.8125	31.7500	35.4375	38.8250
13/64	0.203 125	5.1594	10.3188	15.4781	20.6625	25.0500	29.2375	33.4375	37.5000	40.9375
7/32	0.218 75	5.5562	11.1125	16.6688	22.1125	26.5625	30.5625	34.6875	39.1875	43.0625
1/4	0.25	6.3500	12.7000	19.0500	25.4000	31.7500	37.5000	43.7500	49.5000	55.7500
15/64	0.235 625	5.9531	11.9062	17.8594	23.7125	29.3625	34.9625	40.3125	45.9375	51.7125
9/32	0.281 25	7.1438	14.2875	21.4313	28.1250	34.3750	41.5000	48.1250	54.5000	61.2500
19/64	0.296 875	7.5406	15.0813	22.6221	30.1875	36.9375	44.1875	50.8125	57.3125	64.5625
5/16	0.312 5	7.9375	15.8750	23.8125	31.6875	38.8125	46.2875	53.1250	60.0000	67.1250
11/32	0.337 5	8.5406	17.0813	25.6221	34.1250	41.5625	49.1250	56.3125	64.0625	71.5625
23/64	0.359 375	9.1438	18.2875	27.4313	36.5625	44.0625	51.6875	59.1250	68.1250	76.5625
3/8	0.375	9.5250	19.0500	29.2250	39.0000	46.5000	54.1250	62.1250	70.1250	78.1250
25/64	0.390 625	9.9219	19.8438	29.6221	39.6875	47.1875	54.8125	63.0625	71.3125	79.5625
13/32	0.406 25	10.3188	20.6375	31.0313	41.3750	49.5625	57.5625	65.6250	73.8125	81.8125
27/64	0.421 875	10.7157	21.4313	32.2250	42.8125	51.4375	59.6875	68.1250	76.3125	84.3125
7/16	0.437 5	11.1125	22.2250	33.4188	44.2500	53.5000	61.8125	70.3125	78.8125	86.8125
29/64	0.453 125	11.5094	23.0188	34.6125	45.6875	55.5625	64.1250	72.6875	81.0625	89.3125
1/2	0.488 75	11.9062	23.8125	35.8125	47.1250	57.5000	66.5625	75.1250	83.6250	91.8125
31/64	0.484 375	12.3031	24.6063	37.0063	48.5625	59.0000	68.0625	76.6250	85.1250	93.3125
15/32	0.5	12.7000	25.4000	38.2000	50.0000	60.5000	70.0000	79.5000	89.0000	98.5000
33/64	0.515 625	13.0969	26.1938	39.3938	51.4375	62.0000	71.5000	80.6250	90.1250	100.0000
17/32	0.531 25	13.4938	26.9875	40.5875	52.8750	63.5000	73.0000	82.1250	91.2500	101.5000
35/64	0.546 875	13.8906	27.7813	41.7813	54.3125	65.0000	74.5000	83.6250	92.7500	103.0000
9/16	0.562 5	14.2875	28.5750	42.9750	55.7500	66.5000	76.0000	85.1250	94.2500	104.5000
37/64	0.578 125	14.6844	29.3688	44.1688	57.1875	68.0000	77.5000	86.6250	95.7500	106.0000
19/32	0.593 75	15.0813	30.1625	45.3625	58.6250	69.5000	79.0000	88.1250	97.2500	107.5000
39/64	0.609 375	15.4781	30.9563	46.5563	60.0625	71.0000	80.5000	89.6250	98.7500	109.0000
5/8	0.625	15.8750	31.7500	47.7500	61.5000	72.5000	82.0000	91.1250	100.2500	110.5000
41/64	0.640 625	16.2719	32.5438	48.9438	63.0000	74.0000	83.5000	92.6250	101.7500	112.0000
21/32	0.656 25	16.6688	33.3375	50.1375	64.5000	75.5000	85.0000	94.1250	103.2500	113.5000
43/64	0.671 875	17.0656	34.1313	51.3313	66.0000	77.0000	86.5000	95.6250	104.7500	115.0000
11/16	0.687 5	17.4625	34.9250	52.5250	67.5000	78.5000	88.0000	97.1250	106.2500	116.5000
45/64	0.703 125	17.8594	35.7188	53.7188	69.0000	80.0000	89.5000	98.6250	107.7500	118.0000
33/32	0.718 75	18.2562	36.5125	54.9125	70.5000	81.5000	91.0000	100.1250	109.2500	119.5000
47/64	0.734 375	18.6531	37.3063	56.1063	72.0000	83.0000	92.5000	101.6250	110.7500	121.0000
3/4	0.75	19.0500	38.1000	57.3000	73.5000	84.5000	94.0000	103.1250	112.2500	122.5000
49/64	0.765 625	19.4469	38.8938	58.4938	75.0000	86.0000	95.5000	104.6250	113.7500	124.0000
25/32	0.781 25	19.8438	39.6875	59.6875	76.5000	87.5000	97.0000	106.1250	115.2500	125.5000
51/64	0.796 875	20.2406	40.4813	60.8813	78.0000	89.0000	98.5000	107.6250	116.7500	127.0000
13/16	0.812 5	20.6375	41.2750	62.0750	79.5000	90.5000	100.0000	109.1250	118.2500	128.5000
53/64	0.828 125	21.0344	42.0688	63.2688	81.0000	92.0000	101.5000	110.6250	119.7500	130.0000
27/32	0.843 75	21.4313	42.8625	64.4625	82.5000	93.5000	103.0000	112.1250	121.2500	131.5000
55/64	0.859 375	21.8281	43.6563	65.6563	84.0000	95.0000	104.5000	113.6250	122.7500	133.0000
7/8	0.875	22.2250	44.4500	66.8500	85.5000	96.5000	106.0000	115.1250	124.2500	134.5000
57/64	0.890 625	22.6219	45.2438	68.0438	87.0000	98.0000	107.5000	116.6250	125.7500	136.0000
29/32	0.906 25	23.0188	46.0375	69.2375	88.5000	99.5000	109.0000	118.1250	127.2500	137.5000
59/64	0.921 875	23.4156	46.8313	70.4313	90.0000	101.0000	110.5000	119.6250	128.7500	139.0000
15/16	0.937 5	23.8125	47.6250	71.6250	91.5000	102.5000	112.0000	121.1250	130.2500	140.5000
61/64	0.953 125	24.2094	48.4188	72.8188	93.0000	104.0000	113.5000	122.6250	131.7500	142.0000
31/32	0.968 75	24.6062	49.2125	74.0125	94.5000	105.5000	115.0000	124.1250	133.2500	143.5000
63/64	0.984 375	25.0031	50.0063	75.2063	96.0000	107.0000	116.5000	125.6250	134.7500	145.0000

FALLA DE ORIGEN





### TABLA GENERAL DE CONVERSIONES

MULTIPLIQUE		PARA OBTENER		MULTIPLIQUE		PARA OBTENER	
M		P		R		S	
Minutos (tiempo)		Días		Grados		Horas	
Minutos (tempo)		Horas		Minutos		Segundos	
N		Dens.		Radiaciones		Ciclos/min	
Newton		Kms/hora		Radiaciones/seg		Segundos	
Núctos		Metros		Radiaciones/seg		Ciclos/seg	
O		Ohm (abs)		Revoluciones		Rev/min	
Ohm (rel)		Megohms		Revoluciones/seg		Grados	
Ohms		Microhms		Revoluciones		Ciclos/min	
Ohms <sup>2</sup>		Pulgadas de agua		R P M		Radiaciones	
Oz/pulg <sup>3</sup>		Libras/Pulg <sup>3</sup>		R P M		Grados/seg	
Onzas		Gramos		R P M		Radiaciones/seg	
Onzas fluidas		Milímetros (Cm. °)		R P M		Rad/seg	
Onzas troy		Gramos		R P M		Rad/seg	
P		Q		S		T	
Partemión		Granos/galones U.S		Semanas		Temperatura abs	
Partemión		Granos/galones imp		Semanas		Temperatura (F)	
Partemión		Granos/galones x 10 <sup>3</sup>		Segundos (ángulo)		Temperatura (C)	
Pinta		Milímetros (Cm <sup>3</sup> )		Segundos (ángulo)		Minutos	
Pounds		Dens.		Segundos (ángulo)		Ciclos/min	
Pounds		Jules/cm		Segundos (ángulo)		Radiaciones	
Pounds		Kilogramo (Nw)		Slugs		Rad/seg	
Pounds		Kilogramo		Slugs		Revoluciones/min	
Pase		Gramos/Cm. seg		U		V	
Pase		Metros		Temp (C) + 273		1.0	
Pase		Metros (Máximas)		Temp (C) + 17.78		1.8	
Pase		Millas (terrestres)		Temp (F) - 450		1.0	
Pase de agua		Almózaras		Temp (F) - 32		5.9	
Pase de agua		Pulg. de mercurio		Toneladas cortas U.S.A		90.7	
Pase de agua		Kgs./Cm. <sup>2</sup>		Toneladas cortas U.S.A		2000	
Pase de agua		Kilogramos		Toneladas largas G.B.		1016	
Pase de agua		Libras x pulg <sup>2</sup>		Toneladas largas G.B.		2240	
Pase de agua		Libras/pulgadas <sup>2</sup>		Toneladas métricas		1.10023	
Pase/min.		Cms./hr.		Toneladas métricas		0.9842	
Pase/min.		Mts./hr.		U		W	
Pase/seg		Cms./seg		UTM		21.62	
Pase/seg		Mts./min		UTM		0.672	
Pase/seg		Lumen/m <sup>2</sup>		UTM		9.807	
Pase/seg		Luz		W		X	
Pase cuadrados		Cm. <sup>2</sup>		Watts		3.4129	
Pase cuadrados		Pulg. <sup>2</sup>		Watts		1.0 x 10 <sup>3</sup>	
Pase cuadrados		Metros <sup>2</sup>		Watts		44.21	
Pase cuadrados		Millas <sup>2</sup>		Watts		3.41 x 10 <sup>3</sup>	
Pase cubicos		Yardas <sup>3</sup>		Watts		1.36 x 10 <sup>3</sup>	
Pase cubicos		Pulgadas <sup>3</sup>		Watts		1.433 x 10 <sup>3</sup>	
Pase cubicos		Metros <sup>3</sup>		Watts (abs)		1.0	
Pase cubicos		Yardas <sup>3</sup>		Watt-hr.		3.6 x 10 <sup>3</sup>	
Pase cubicos		Galones (U.S. liq)		Watt-hr.		2550.0	
Pase cubicos		Litros		Watt-hr.		1.341 x 10 <sup>3</sup>	
Pase <sup>2</sup> /min.		Cm. /seg		Watt-hr.		0.8605	
Pase <sup>2</sup> /min.		Galones/seg		Watt-hr.		367.2	
Pase <sup>2</sup> /min.		Litros/seg		Watt (ini)		1.000165	
Pase <sup>2</sup> /seg		Litros/mín.		Y		Z	
Pase <sup>2</sup> /seg		Galones/mín.		Yarda		91.4	
Pulgadas		Centímetros		Yarda		0.9144	
Pulgadas		Millas		Yarda		0.9144	
Pulgadas		Yardas		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Pase de H <sub>2</sub> O		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Almózaras		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Kg./Cm. <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Libras/pulg <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Libras/pulg <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de mercurio		Pulgadas de H <sub>2</sub> O		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Almózaras		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Pulg. de lig		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Kg./Cm. <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Libras/seg		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Libras/pulg <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua (a 4°C)		Oz/pulg <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulg. de agua		Metros		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cubicas		Yardas <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cubicas		Metros <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cubicas		Yardas <sup>3</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cubicas		Galones		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cubicas		Litros		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Centímetros <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Metros <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Yardas <sup>2</sup>		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Galones/mín.		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Litros/mín.		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Centímetros/mín.		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Pulgadas cuadradas		Yardas/mín.		Yarda cuadrada		0.8361 x 10 <sup>3</sup>	
Q		R		S		T	
Dúctiles		Poc 0		Miligramos		Miligramos	

# FALLA DE ORIGEN

## III). TABLA DE FORMULAS ELECTRICAS

PARA DETERMINAR	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	2 FASES - 4 HILOS	3 FASES
AMPERES conectado C.F.	$\frac{C.F. \cdot 746}{E \cdot N}$	$\frac{C.F. \cdot 746}{E \cdot N \cdot I \cdot p}$	$\frac{C.F. \cdot 746}{2 \cdot E \cdot N \cdot I \cdot p}$	$\frac{C.F. \cdot 746}{1.73 \cdot E \cdot N \cdot I \cdot p}$
AMPERIOS conectado KW	$\frac{KW \cdot 1000}{E}$	$\frac{KW \cdot 1000}{E \cdot I \cdot p}$	$\frac{KW \cdot 1000}{2 \cdot E \cdot I \cdot p}$	$\frac{KW \cdot 1000}{1.73 \cdot E \cdot I \cdot p}$
AMPERES conectado KVA	—	$\frac{KVA \cdot 1000}{E}$	$\frac{KVA \cdot 1000}{2E}$	$\frac{KVA \cdot 1000}{1.73 \cdot E}$
KW	$\frac{I \cdot E}{1000}$	$\frac{I \cdot E \cdot I \cdot p}{1000}$	$\frac{I \cdot E \cdot I \cdot p \cdot 2}{1000}$	$\frac{I \cdot E \cdot I \cdot p \cdot 1.73}{1000}$
KVA	—	$\frac{I \cdot E}{1000}$	$\frac{I \cdot E \cdot 2}{1000}$	$\frac{I \cdot E \cdot 1.73}{1000}$
POTENCIA en la flecha C.F.	$\frac{I \cdot E \cdot N}{746}$	$\frac{I \cdot E \cdot N \cdot I \cdot p}{746}$	$\frac{I \cdot E \cdot 2 \cdot N \cdot I \cdot p}{746}$	$\frac{I \cdot E \cdot 1.73 \cdot N \cdot I \cdot p}{746}$
Factor de potencia	Unitario	$\frac{W}{E \cdot I}$	$\frac{W}{2 \cdot E \cdot I}$	$\frac{W}{1.73 \cdot E \cdot I}$

I - Corriente en amperes  
E - Tension en voltios  
N - Eficiencia expresada en decimales

KW - Potencia en Kilowatts  
KVA - Potencia aparente en Kilovoltamperes

\*Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor comun es 1.41 veces mayor que en cualquiera de los otros conductores.

C.F. Potencia en caballos de fuerza  
I p Factor de potencia

W - Potencia en watts  
RPM - Revoluciones por minuto  
f frecuencia  
p Numero de polos

RPM =  $f \cdot 120$   
p

### LETRAS CLAVE APLICADAS A LA CLASIFICACION DE MOTORES QUE NORMALMENTE ARRANCAN CON VOLTAJE PLENO

LETRAS CLAVE	F	G	H	J	K	L
h.p.	Trifásico 15 y más	10.7½	5	3	2.1½	1
	Mono-fásico	—	5	3	2.1½	1. ½ ½

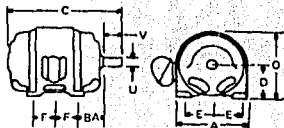
LETRA CLAVE NEMA	KVA DE ARRANQUE POR CABALLO DE FUERZA	PROTECCION DE CIRCUITO DE DERIVACION EN PORCENTAJE DE CORRIENTE DE MOTOR PLENA CARGA			
		ARRANQUE A VOLTAJE PLENO		ARRANQUE DE AUTOTRANSFORMADOR	
		CAPACIDAD MAXIMA DEL FUSIBLE	AJUSTE MAX. DEL INTERRUPT.*	CAPACIDAD MAXIMA	AJUSTE MAX. DEL INTERRUPT.**
A	0.00 - 3.14	150	150	150	150
B	3.15 - 3.54	250	200	200	200
C	3.55 - 3.99	250	200	200	200
D	4.00 - 4.49	250	200	200	200
E	4.50 - 4.99	250	200	200	200
F	5.00 - 5.59	300	250	250	200
G	5.60 - 6.29	300	250	250	200
H	6.30 - 7.00	300	250	250	200
J	7.10 - 7.99	300	250	250	200
K	8.00 - 8.99	300	250	250	200
L	9.00 - 9.99	300	250	250	200
M	10.00 - 11.19	300	250	250	200
N	11.20 - 12.49	300	250	250	200
P	12.50 - 13.99	300	250	250	200
R	14.00 - 15.99	300	250	250	200
S	16.00 - 17.99	300	250	250	200
T	18.00 - 19.99	300	250	250	200
U	20.00 - 22.39	300	250	250	200
V	22.40 - y más	300	250	250	200
Motor rotor embobinado	*	150	150		

\* No tiene letra clave.  
\*\* Tipo fírmite de tiempo.

Arranque Kva =  $\frac{\text{watts} \times \text{amp. rotor cerrado}}{h.p.} \times \begin{cases} 1 & \text{para monofásico} \\ 2 & \text{para bifásico} \\ 1.732 & \text{para trifásico} \end{cases}$



dimensiones normales  
NEMA para motores  
horizontales a prueba de  
goteo y totalmente  
cerrados



ARMAZON TIPO	A MAX.	C		D	E	F	O		BA	U	V MIN.
		GOTEO	CERRADO				GOTEO	CERRADO			
56	8 1/2	10 4/16	12	3 1/2	2 1/16	1 1/2	6 7/8	7	2 3/4	5/8	1 7/8
143T	7	11 11/16	11 9/16	3 1/2	2 3/4	2 1/2	6 3/4	7 1/8	2 1/4	7/8	2
145T	7	12 11/16	11 9/16	3 1/2	2 3/4	2 1/2	6 3/4	7 1/8	2 1/4	7/8	2
182T	9	12 5/8	14 9/16	4 1/2	3 3/4	2 1/4	8 15/16	9 3/8	2 3/4	1 1/8	2 1/2
184T	9	13 5/8	15 9/16	4 1/2	3 3/4	2 3/4	8 15/16	9 3/8	2 3/4	1 1/8	2 1/2
213T	10 1/2	15 11/16	17 1/2	5 1/4	4 1/4	2 3/4	10 7/16	10 5/8	3 1/2	1 3/8	3 1/8
215T	10 1/2	17 3/16	19	5 1/4	4 1/4	3 1/2	10 7/16	10 5/8	3 1/2	1 3/8	3 1/8
254T	12 1/2	20 1/2	23 1/4	6 1/4	5	4 1/8	12 1/2	12 5/8	4 1/4	1 5/8	3 3/4
256T	12 1/2	22 1/4	25	6 1/4	5	5	12 1/2	12 5/8	4 1/4	1 5/8	3 3/4
284T	14	23 1/16	26 1/8	7	5 1/2	4 3/4	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 7/8	4 3/8
284TS	14	22 1/16	24 3/4	7	5 1/2	4 3/4	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 5/8	3
286T	14	24 15/16	27 5/8	7	5 1/2	5 1/2	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 7/8	4 3/8
286TS	14	23 9/16	26 1/4	7	5 1/2	5 1/2	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 5/8	3
324T	18	26	29 1/16	8	6 1/4	5 1/4	15 15/16	16 3/8	5 1/4	2 1/8	5
324TS	18	24 1/2	28 15/16	8	6 1/4	5 1/4	15 15/16	16 3/8	5 1/4	1 7/8	3 1/2
326T	18	27 1/2	30 5/16	8	6 1/4	6	15 15/16	16 3/8	5 1/4	2 1/8	5
326TS	18	26	29 7/16	8	6 1/4	6	15 15/16	16 3/8	5 1/4	1 7/8	3 1/2
364T	18	28 11/16	32 1/16	9	7	5 5/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	2 3/8	5 5/8
364TS	18	26 9/16	29 15/16	9	7	5 5/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	1 7/8	3 1/2
365T	18	29 11/16	32 1/16	9	7	6 1/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	2 3/8	5 5/8
365TS	18	27 9/16	30 15/16	9	7	6 1/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	1 7/8	3 1/2
404T	20	32 9/16	36 1/2	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 7/8	7
404TS	20	29 9/16	33 1/2	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 1/8	4
405T	20	34 1/16	38	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 7/8	7
405TS	20	31 1/16	35	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 1/8	4
444T	22	37 7/8	43 7/8	11	9	7 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	3 3/8	8 1/4
444TS	22	36 1/8	40 1/8	11	9	7 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	2 3/8	4 1/2
445T	22	39 7/8	45 7/8	11	9	8 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	3 3/8	8 1/4
445TS	22	33 1/8	42 1/8	11	9	8 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	2 3/8	4 1/2
1504	24 7/8	44 3/4	53 1/4	12 1/2	10	8	25 1/8	25 7/8	8 1/2	3 7/8	11 5/8
1504S	24 7/8	38 5/8	47 3/8	12 1/2	10	8	25 1/8	25 7/8	8 1/2	2 7/8	5 3/4
1505	24 7/8	46 3/8	-	12 1/2	10	9	25 1/8	-	8 1/2	3 7/8	11 5/8
1505S	24 7/8	40 5/8	-	12 1/2	10	9	25 1/8	-	8 1/2	2 7/8	5 3/4
1507	24 7/8	50 1/2	-	12 1/2	10	11	25 1/8	-	8 5/8	3 7/8	11 5/8
1507S	24 7/8	44 5/8	-	12 1/2	10	11	25 1/8	-	8 5/8	2 7/8	5 3/4
1587	28 1/4	59 3/8	-	14 1/2	11 1/2	12 1/2	29	-	10	4 7/8	14 5/8
1587S	28 1/4	51 1/2	-	14 1/2	11 1/2	12 1/2	29	-	10	3 3/8	6 3/4
1589	28 3/4	66 3/4	-	14 1/2	11 1/2	16	23	-	10	4 3/8	14 5/8
1589S	28 3/4	58 1/2	-	14 1/2	11 1/2	16	23	-	10	3 3/8	6 3/4
1689	33 3/4	78	-	17	13 1/2	20	34	-	11 1/2	5 1/8	15 3/8
1689S	33 3/4	70 3/8	-	17	13 1/2	20	34	-	11 1/2	4 3/8	7 3/4

\*Dimensiones en pulgadas.

## factores de servicio

MAQUINAS IMPULSADAS	MOTORES ELECTRICOS FASE DIVIDIDA C.A. JAULA DE ARDILLA, TORSION NORMAL Y SINCRONOS DEVANADO SHUNT C.C. TURBINAS DE VAPOR Y DE AGUA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.	MOTORES ELECTRICOS MONOFASICOS DEVANADOS SERIE C.A. ALTO DESLIZAMIENTO O ALTO PAR DE ARRANQUE DE C.A. DE ROTOR DEVANADO DE C.A. INDUCCION-REPULSION C.A. TIPO CAPACITOR DEVANADO COMPOUND C.C. MAQUINAS DE VAPOR LINEAS DE TRANSMISION EMBRAGUES
Ventiladores hasta 10 H.P. Bombas centrifugas Agitadores para liquidos Compresores centrifugos Transportadores de pellets Sopladores	1,1	1,2
Transportadores de banda Lineas de transmisión Generadores Prensas y troqueladoras Máquinas herramientas Máquinas impresoras Ventiladores grandes	1,2	1,4
Molinos de martillos Ultrapulverizadores Compresores Sopladores de acción positiva Bombas de pistón Transportadores de tornillo Transportadores dragadores Máquinas industriales Coseadoras Maquinaria textil Elevadores de canchales Máquinas lavadoras Batidores para la industria del papel	1,4	1,6
Trituradores rotatorios Trituradores de bolas Trituradores de rodillos Trituradores de cono Molinos de bolas Molinos de letrina Molinos de rodillos Aparatos, mallecates	1,6	1,8

Nota: Aumente 0,2 al factor de servicio por servicio continuo de 24 hrs diarias.  
Reste 0,2 al factor de servicio por servicio intermitente.



## efecto de las variaciones de voltaje y frecuencia en los motores eléctricos de inducción

CARACTERÍSTICA QUE VARIA	PAR DE ARRANQUE Y EN MARCHA	VELOCIDAD SINCRÓNICA	% DE DESLIZAMIENTO	VELOCIDAD A PLENA CARGA	EFICIENCIA A PLENA CARGA	FACTOR DE POTENCIA A PLENA CARGA	CORRIENTE DE PLENA CARGA	CORRIENTE CON ROTOR FRENADO	ELEVACION DE TEMPERATURA A PLENA CARGA	CAPACIDAD MÁXIMA DE SOBRECARGA	RUIDO MAGNÉTICO EN VACÍO	
Voltaje	120%	Aumenta 44%	No Varía	Disminuye 30%	Aumenta 15%	Aumenta ligeramente	Disminuye 5 a 15 puntos	Disminuye 11%	Aumenta 25%	Disminuye 5 a 6°C	Aumenta 44%	Notable aumento
	110%	Aumenta 21%	No Varía	Disminuye 17%	Aumenta 1%	Aumenta ½ a 1 punto	Disminuye 3 puntos	Disminuye 7%	Aumenta 10 a 12%	Disminuye 3 a 4°C	Aumenta 21%	Aumenta ligeramente
	90%	Disminuye 19%	No Varía	Aumenta 23%	Disminuye 1½ %	Disminuye 2 puntos	Aumenta 1 punto	Aumenta 11%	Disminuye 10 a 12%	Aumenta 6 a 7°C	Disminuye 19%	Disminuye ligeramente
Frecuencia	105%	Disminuye 10%	Aumenta 5%	Prácticamente no varía	Aumenta 5%	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente	Disminuye ligeramente	Disminuye 5 a 6%	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente
	95%	Aumenta 11%	Disminuye 5%	Prácticamente no varía	Disminuye 5%	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente 5 a 6%	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente

Los motores estándar soportan correctamente su carga normal cuando la tensión es 10% mayor o menor que la especificada, y cuando la frecuencia es 5% mayor o menor que la especificada.