



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

283
184

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

MOVIMIENTO DE TIERRAS CON MOTOESCREPAS

TESIS PROFESIONAL
que para obtener el título de
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

HUBERTO RODRIGUEZ MELCHOR
México D.F. 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

MOVIMIENTO DE TIERRAS
CON MOTOESCREPAS.

INDICE

	PAG.
I INTRODUCCION	2
II MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS	13
III MOTOESCREPAS	27
a) DESCRIPCION	
b) ANALISIS DE COSTOS HORARIOS	
c) PRODUCCION Y COSTOS UNITARIOS	
IV ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE MOTOESCREPAS Y OTROS EQUIPOS	71
V OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	84
TABLAS	86
BIBLIOGRAFIA	97

C A P I T U L O I

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

El Ingeniero Civil es uno de los profesionales que más hace falta en el desarrollo de la infraestructura de nuestro país. Importantes hechos son las obras realizadas como por ejemplo: carreteras, canales de riego, -- cortinas para presas, aeropuertos, etc.

Estos proyectos han necesitado de modificaciones radicales debido al uso que va a destinarsele en la actualidad y a la vez de las nuevas técnicas e innovaciones en los equipos que día con día se crean con el fin de abatir al máximo los costos de construcción.

Esto ha traído que el constructor -- planee, programe, organice, desarrolle y controle mejor todos los factores que han de emplearse en ese proyecto determina-- do. Como consecuencia de lo anterior se ha requerido de e-- quipos con mayor potencia, versatilidad y crear condiciones -- que ayudan a realizar los trabajos con mayor facilidad para -- obtener eficientes resultados.

Para desarrollar cualquier movimiento de tierras, es indispensable utilizar el equipo adecuado, pero se inicia una controversia al considerar todos los factores que intervienen en la selección del mismo tales como: procedimientos de construcción, programas de obra, proyecciones de la empresa, situación financiera de la misma, estado del mercado, marcas y existencias de equipo, características del distribuidor, calidad del servicio, experiencias, etc.

Por lo tanto, la selección del equipo no debe tratarse como un problema de rutina sino debe resolverse a travez de un análisis.

Este análisis debe ser cualitativo y cuantitativo y debemos estudiar varias alternativas, ya que una sola nos puede satisfacer solo la mitad del camino.

Los principales factores que deben tomarse en cuenta para esta etapa de selección de equipo son:

1. TIPO DE EMPRESA
2. TIPO DE OBRA
3. FACTOR DE MERCADO
4. FACTOR DE EQUIPO

1. TIPO DE EMPRESA.

1.1 ESPECIALIDAD DE LA EMPRESA.- En la actualidad las empresas de construcción independiente de su tamaño, organizan

ción ó capacidad se les clasifica por la actividad que desarrollan. Estas pueden ser:

Edificación y obra urbana,
Obras electromecánicas,
Movimiento de tierras,
Pavimentación, etc.

En otra forma

Empresas de construcción ligera
y Empresas de construcción pesada

Para llegar finalmente al caso de una muy completa cuya actividad podría denominarse;

Empresas de construcción generalizada.

Las empresas que realizan actividades específicas tienen menos dificultad en seleccionar su equipo ya que este a su vez es específico y por lo tanto menos variado, en el caso de la diversificación estarán entrando a un nuevo panorama y requerirán de asesoramiento y de experiencia ajena para adquirir el equipo adecuado ya que en algunos casos es recomendable después de los estudios económicos correspondientes optar por rentar el equipo y experimentar en esta forma antes de adquirir el propio.

En el caso de una empresa generalizada la maquinaria que se adquiere para un trabajo particular seguramente también será en el futuro, para otros trabajos.

1.2 CAPACIDAD FINANCIERA.- La capacidad financiera de la empresa es un factor determinante para la adquisición del equipo pero no debe ser para su selección pues si por no contar con los medios suficientes para adquirir el equipo adecuado se compra el inadecuado, no estaremos resolviendo el problema constructivo y mucho menos el problema económico ya que a corto o a largo plazo esa máquina no recuperará la inversión hecha por ella y mucho menos podrá generar los fondos para reponerla.

Una solución es que la maquinaria para construcción no necesariamente debe adquirirse de contado, -- por lo tanto, la inversión puede efectuarse en forma diferida en plazos hasta de tres y cinco años ya sea como una operación directa o a través de financieras o instituciones de arrendamiento.

Otra solución, desde luego, si la capacidad financiera de la empresa no le permite cubrir las condiciones impuestas por el proveedor puede ser la de renunciar a la adquisición de equipo y decidirse por rentar equipo ajeno con el correspondiente ajuste de costo y programa, situación que debe tomarse en cuenta al analizar una condición financiera dada y su flujo de fondos correspondiente.

Otra forma de resolver el problema es utilizar los recursos financieros y de maquinaria de construcción y realizar el trabajo mediante subcontratos

1.3 EXPERIENCIA.- La experiencia que cada empresa tiene -- respecto a una máquina o una marca determinada, o a los servicios que proporciona determinado proveedor es un dato valioso para seleccionar el equipo que vamos a utilizar.

Con frecuencia ocurre que por requerimientos de obra o de mercado se necesita utilizar un equipo que por primera vez estará en nuestras manos, en este caso -- debemos suplir nuestra inexperiencia con los conocimientos -- que de la máquina nos transmita el distribuidor, pero sobre todo debemos acercarnos a las personas que ya lo hayan utilizado y tomar muy en cuenta sus indicaciones sin olvidar que una misma máquina puede dar distintos resultados en manos -- distintas y en medios distintos.

2. TIPO DE OBRA.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO.- Aunque como lo indicamos al principio al hablar del equipo, el procedimiento de construcción es determinante, pero es conveniente particularizar un poco al momento de seleccionar la máquina adecuada.

2.2 PROGRAMA.- Al igual que el punto anterior, por condiciones de programa puede haberse determinado la capacidad de una máquina desde el punto de vista de la obra en particular sin embargo, de acuerdo con los planes del propietario el enfoque es distinto pues en muchas ocasiones la utilización de

un equipo es exclusivamente para esa obra, factor que debe tomarse en cuenta para escoger el equipo que tenga buen valor de rescate y si por el contrario es política de la empresa deshacerse de él al terminar su trabajo es necesario que tenga el equipo una buena oportunidad de comercialización.

2.3 UBICACION.- Al constructor mexicano no se le escapa -- que, siendo nuestro vecino del norte el principal proveedor de equipo de construcción, el hecho de realizar un trabajo -- cerca de la frontera norte nos define algunas característi-- cas especiales para seleccionar nuestro equipo distintas al trabajo que se esté desarrollando en el Estado de Chiapas -- por ejemplo.

3. FACTOR DE MERCADO.

3.1 INVESTIGACION DE MERCADO.- Para cualquier transacción comercial es necesario conocer lo más ampliamente posible -- los elementos que intervienen en ella y en el caso del equipo para construcción es obvio que el constructor conozca el mercado de maquinaria y sepa quien la tiene, quien la compra y quien la vende.

Actualmente no es gran problema adquirir este conocimiento pues la mayor parte de los distribuidores de equipo se anuncian en las revistas especializadas

Otra manera de conocer el mercado es -
la de consultar a la Asociación Nacional de Distribuidores -
de Máquinaria.

3.2 TIEMPO DE ENTREGA.- No basta que un distribuidor mane-
je la marca que uno busca ni el modelo escogido, es necesaa-
rio que este pueda poner esta máquina en nuestras manos en -
el tiempo que satisfaga nuestro programa.

4. FACTOR DE EQUIPO

4.1 MARCAS.- La marca es un distintivo que el fabricante -
pone a su producto y como tal hay tantas marcas o más que fa-
bricantes. Por lo tanto, en construcción la marca del equi-
po es distintivo de calidad, de servicio, de diseño y en mu-
chos casos va unida inclusive al color, y es tan determinan-
te que a veces solo la marca puede inclinar la balanza en la
selección de equipo de construcción.

4.2 DISTRIBUIDOR Y FABRICANTE.- Hablar de distribuidor es
hablar de soporte de servicio y refacciones. El distribui-
dor no es la persona que únicamente nos factura; el verdade-
ro distribuidor es el que nos va a servir, y servicio es e--
tención desde las cotizaciones, puesta en marcha, cursos de

capacitación, actualización de equipo, capacitación de mecánicos, surtido ágil de refacciones, asesoría en el uso del equipo, en fin, más que una persona extraña a la empresa es parte de la empresa. .

Una misma marca puede ser manejada en ocasiones por distintos distribuidores con territorios definidos por el fabricante para hacerlos responsables del servicio.

El servicio no es únicamente la asesoría para el uso ni para la reparación sino que el servicio comprende también la reparación de piezas especiales y caras que tienen compostura pero que requieren de una tecnología particular para su arreglo.

4.3 PRECIO ECONÓMICO.- El precio económico de la máquina no es el precio de adquisición sino el resultado de considerar el costo de adquisición, el de mantenimiento, el de reventa, el rendimiento y la continuidad. Y es este precio el económico, el que nos debe de servir de base de comparación para seleccionar nuestro equipo desde el punto de vista de precio.

El costo de adquisición es el resultado de operación de compra en el momento de su realización, -

considerando financiamientos, fletes, derechos, impuestos, - gastos aduanales, etc.

El costo de operación no es únicamente el salario que se le paga a un operador de acuerdo con un tabulador, sino que en muchas ocasiones por la característica de la máquina es necesario contratar a personas altamente especializadas y de altas percepciones para lograr de esta máquina el rendimiento previsto.

El costo de mantenimiento es la valorización del costo de oportunidad de refacciones, del costo de los mecánicos y del costo de los talleres del distribuidor - por trabajos especializados.

Existen en el mercado nacional marcas de equipos de fácil reventa y con precios previsible que la experiencia puede detectar previo a la compra de la unidad, pero también hay marcas y tipo de equipo para los cuales no hay mercado. Por lo tanto esta consideración no debe omitirse cuando se está seleccionando el equipo.

Al analizar con profundidad el diseño de una máquina debemos darnos cuenta del rendimiento aunque sus características generales no lo indiquen, considerando - velocidades de desplazamiento, potencia, peso, tamaño, etc.

Continuidad es un factor de selección, difícil de cuantificar y que podemos definir como la disponibilidad sin interrupciones constantes y por períodos.

4.5 UNIFICACION.- El constructor que cuenta ya con varias unidades de máquina deberá tomar en cuenta que manejar máquinas de la misma marca y modelo finalmente redundará en su beneficio económico.

El costo de adquisición probablemente se reducirá por tratamiento preferencial que otorgue el distribuidor a un cliente que periódicamente le esta haciendo compras.

El costo de operación se reducirá al manejar la empresa máquinas similares muy conocidas por ella y por sus operadores, con otra ventaja adicional que es la de capacitar nuevos operadores dentro de la misma empresa.

El costo de mantenimiento también se reducirá ya que la existencia de refacciones de provisión no sería proporcional al número de máquinas pues es difícil que varias máquinas del mismo modelo sufran desperfectos similares al mismo tiempo. Los mecánicos podrán aplicar la experiencia de la reparación de una máquina en otra similar.

Una de estas máquinas fuera de servicio temporal por reparación puede sustituirse de inmediato por otra en el caso de actividad prioritaria.

Así pues habiendo adquirido experiencia positiva en una máquina de marca y modelo determinado es recomendable en caso de requerir más unidades, seguir en esa línea antes de experimentar nuevas situaciones.

R E S U M E N .

Con todo lo visto anteriormente nos da idea lo necesario que es saber seleccionar el equipo para el movimiento de tierras desde los puntos de vista empresa, del mercado, de la obra, del propio equipo y que requiere como - lo dijimos al principio de un verdadero análisis cualitativo y cuantitativo que siempre nos conduciera a un proceso de toma de decisiones completo, desde el planteamiento del problema, luego haciendo investigaciones, proponiendo alternativas hasta que, finalmente, se toma la decisión.

CAPITULO II

MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS

El acarreo al igual que la carga y la distribución no es generalmente un proceso separado en un -- proyecto de excavación sino que es considerado una parte del proceso total de la excavación. Este proceso total incluye fragmentación, carga, distribución, acarreo, construcción de caminos para el acarreo y relleno.

El acarreo es definido como la trans-- portación de materiales. El acarreo de tierras es hecho -- por gran variedad de máquinas.

Las máquinas acarreadoras son:

- Tractor de orugas con hoja topadora
- Escrapas sobre neumáticos jaladas por tractor de orugas
- Motoescrapas sobre neumáticos
- Vagones con descarga en el fondo
- Camiones de volteo trasero
- Camiones de volteo lateral

El acarreo es la más importante fase -- de la excavación y es usualmente la más costosa exceptuando cuando se excava con explosivos.

En obras privadas por lo general no -- hay un precio por unidad de acarreo de tierras dar un pre-

cio por el total del trabajo excavación y acarreo. En obras públicas donde los acarreos son a distancias considerables se da un precio al acarreo por m^3 acarreado un kilómetro (m^3/km).

De todas las fases de la excavación el acarreo requiere el mayor gasto de energía en caballos de --- fuerza y por eso es conveniente estudiar primero el tipo de --- máquinas que se utilizarán para cada trabajo en específico.

TRACTOR DE CRUGAS CON HOJA TOPADORA.- Estas máquinas son --- también máquinas de acarreo. El acarreo de tierra con estas máquinas para determinadas distancias puede ser económico.

Estas máquinas trabajan en condiciones reducidas de espacio y tanto el desgarrar del suelo como al empujar el material son limitados. El trabajo consiste en aflojar el suelo con el desgarrador, regresar y empujar el material con la hoja topadora hasta tirarlo por la ladera (Fotos Nos. 1 y 2).

El elevado indicador del costo de obra significa que el acarreo con tractor con hoja topadora no es muy eficiente en costos pero no debe modificarse este juicio por el hecho de que la máquina realiza dos trabajos como acarreador y cargador de tierras a cierta distancia.

ESCRIBIAS JALADAS POR TRACTOR DE CRUGAS.- Este tipo de máquina trabaja bajo las siguientes condiciones de operación:



Figure 1



Figure 10

- 1.- El material por acarrear es suelo poco rocoso.
- 2.- Caminos inclinados de acarreo en cortes cuesta arriba y muy rugoso.
- 3.- Distancias máximas de 1 kilómetro.
- 4.- Caminos de acarreo pobres altamente deteriorados por -- condiciones atmosféricas y difíciles de mantener para -- usarse con escrepas montadas sobre ruedas.
- 5.- Condiciones críticas de temperatura, tales como lluvia ó hielo.

El acarreo con tractores de orugas jalando escrepas montadas sobre ruedas, no es económico bajo buenas condiciones pero puede ser económico e inevitable -- con malas condiciones de trabajo.

Las máquinas son confiables con todo tipo de material y todo tipo de condiciones climatológicas.

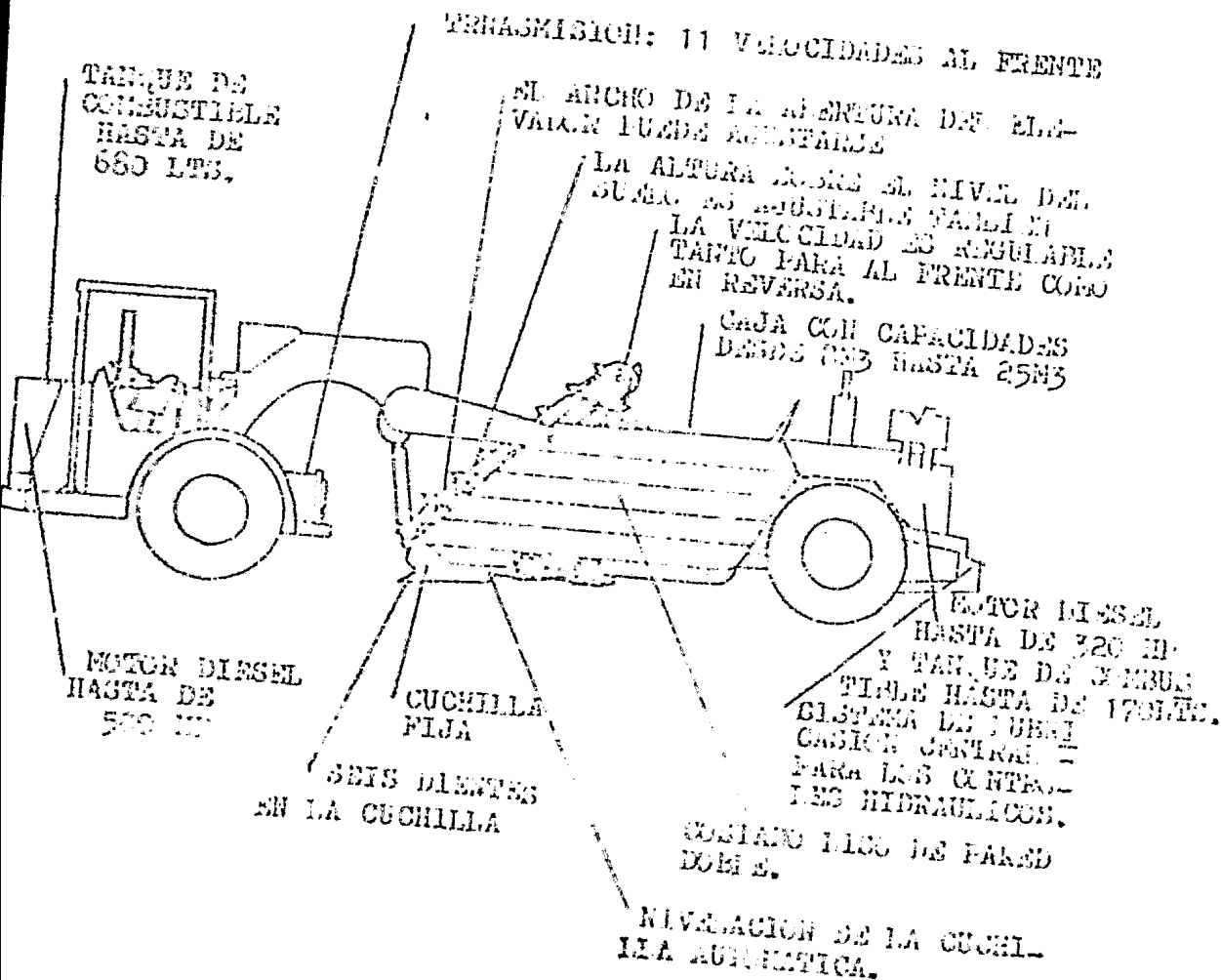
Esta versatilidad poco usual es valiosa en terreno montañoso donde la resistencia al rolado como las pendientes pueden llevar al fracaso a cualquier otro tipo de maquinaria de acarreo.

Estas consideraciones son muy valiosas cuando se toma en cuenta la iniciación de excavaciones en roca en la sierra, en zonas tropicales ó selváticas.

NOTOESCREPAS SOBRE PNEUMATICOS. -- Hay dos tipos de Notoescrepas montadas sobre neumáticos.

CINEMA No 2.

DESCRIPCION DE PARTES DE UNA
MOTOCORREPISTA AUTOCARGABLE



1) Motoescrapas estandar empujadas por un tractor de orugas durante la carga (Ver figura No. 1).

2) Motoescrapas autocargables (Ver figura No. 2).

(En el Capitulo siguiente se describirán con detalle).

ACARREADORES DE VACIADO DE FONDO.- Hay dos tipos: Unas son máquinas de gran peso que se utilizan solamente para acarreos fuera de carretera (Foto No. 3) y otras de peso medio que pueden utilizarse para acarreos fuera ó sobre la carretera (Foto No. 4).

Los acarreadores de vaciado de fondo se usan ampliamente en minas a cielo abierto tanto para el acarreo de material de desperdicio como para el acarreo de material no metálico como carbón. Frecuentemente las tolvas y las puertas para el vaciado por el fondo son diseñadas especialmente para cargas violentas materiales abrasivos y piedras de diferentes tamaños. Las máquinas acarrean cualquier cosa desde cargas ligeras pesando 135 kg/m^3 -- sueltos hasta cargas pesadas pesando 2550 kg/m^3 sueltos.

Debido a la inherente baja relación -- del peso de tara al peso de la carga y al bajo indicador -- del costo de la obra estos acarreadores son económicos cuando el material por acarrear es favorable y la longitud del acarreo es la adecuada. La simplicidad de su diseño los hace bajos de mantenimiento. La maniobrabilidad es buena.

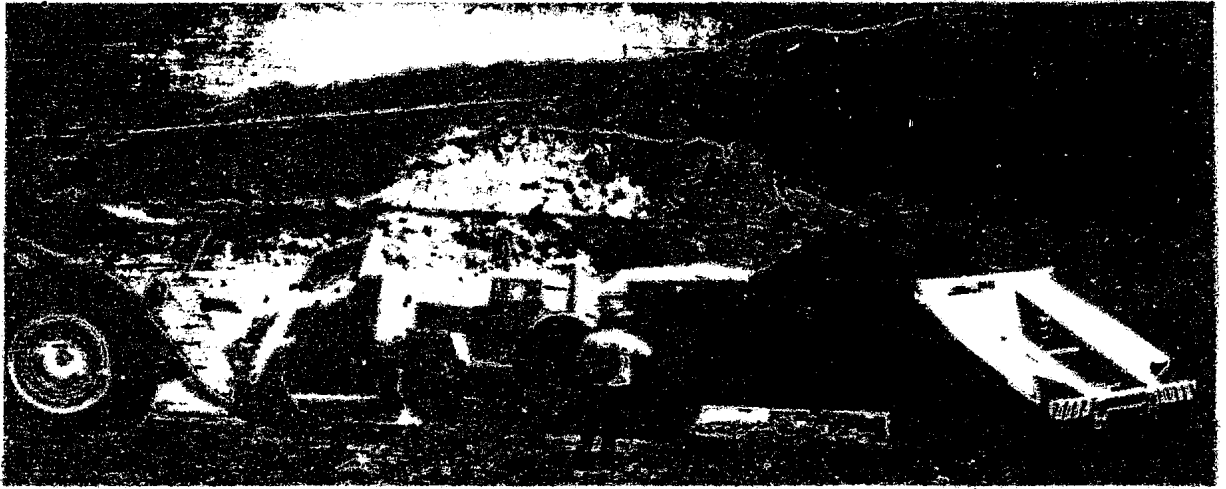


FOTO No 3



FOTO No 4

Y como son cargados por arriba reciben una buena sobredosis en el copete.

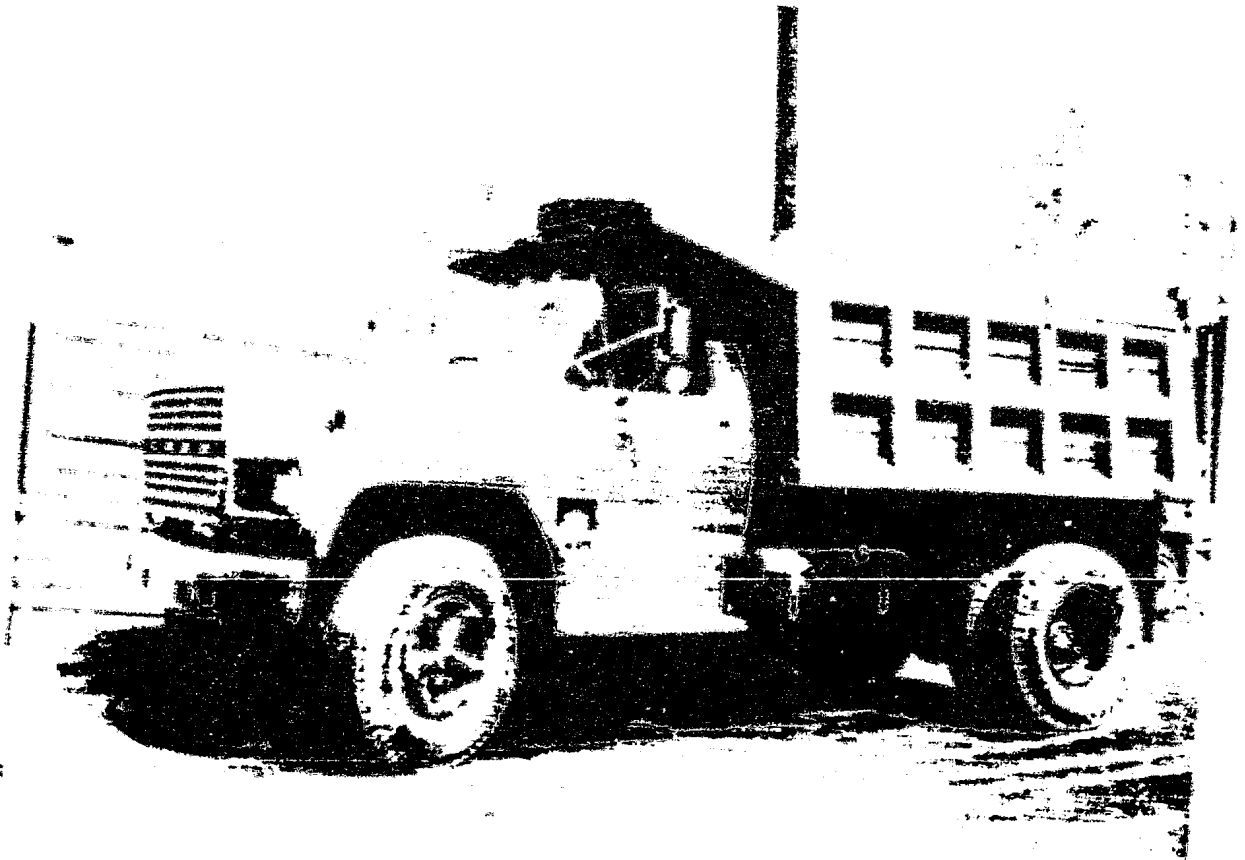
Si se les compara con las escrepas - en acarreo solamente del mismo tipo de material se verá que son ahorradores cuando se trata de acarreo entre 750 y - - 1,500 m., cuando se combina el conjunto de carga y acarreo los costos unitarios son similares.

ACARREADORES DE VACIADO POSTERIOR.- Estas máquinas son -- los caballos de batalla para los acarreos de rocas pueden - manejar cualquier tipo de excavación bajo prácticamente todas las condiciones de acarreo.

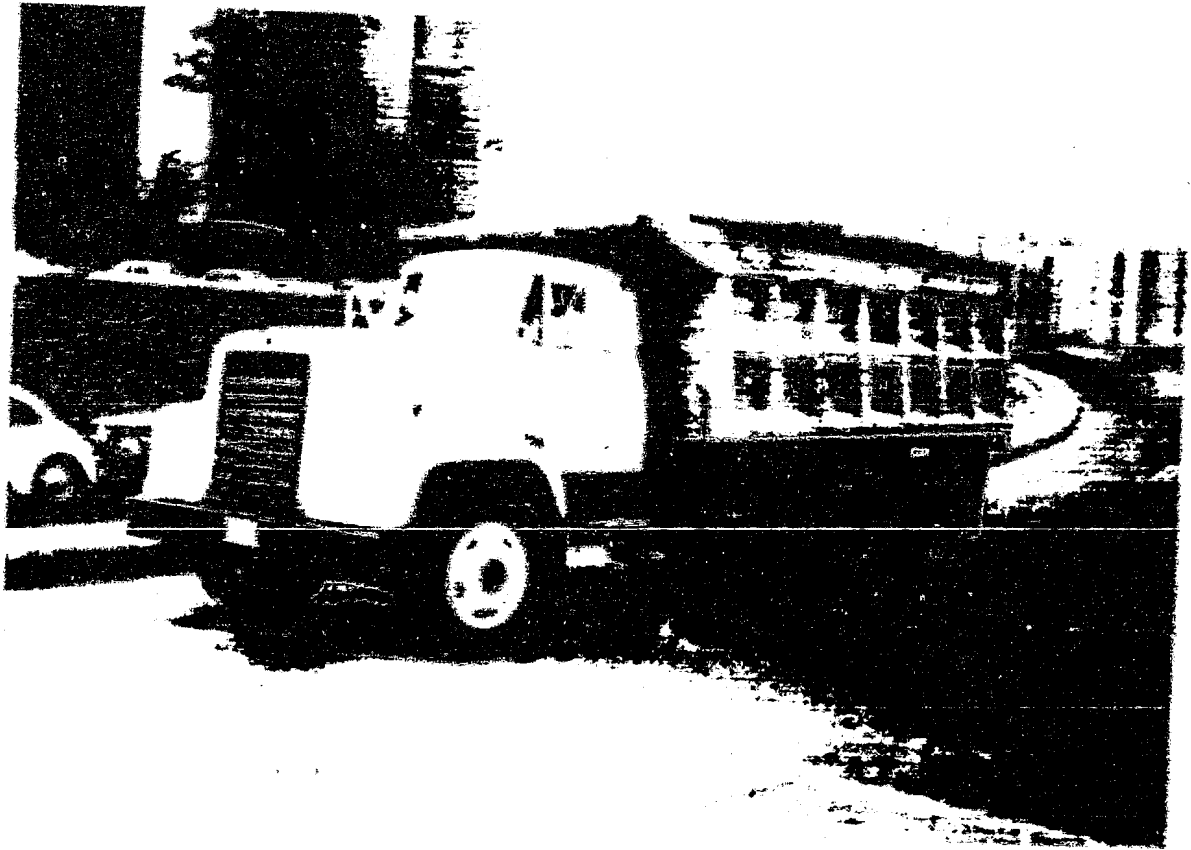
Los acarreadores de vaciado posterior son construidos con diferentes configuraciones para trabajar fuera o no de la carretera.

Los tipos más comunes son:

- 1.- Camión de dos ejes en pequeños tamaños se conoce como "camión de volteo". Puede tener tracción en uno ó en dos ejes (Foto Nos. 2 y 3).
- 2.- Camión de tres ejes con transmisión en tandem o en todos los tres ejes (Foto Nos. 4 y 5).
- 3.- Tractor de dos ó tres ejes con similar chasis a los anteriores es usado para jalar un remolque que con un remolque ya construido uno o dos ejes (Foto No. 6).

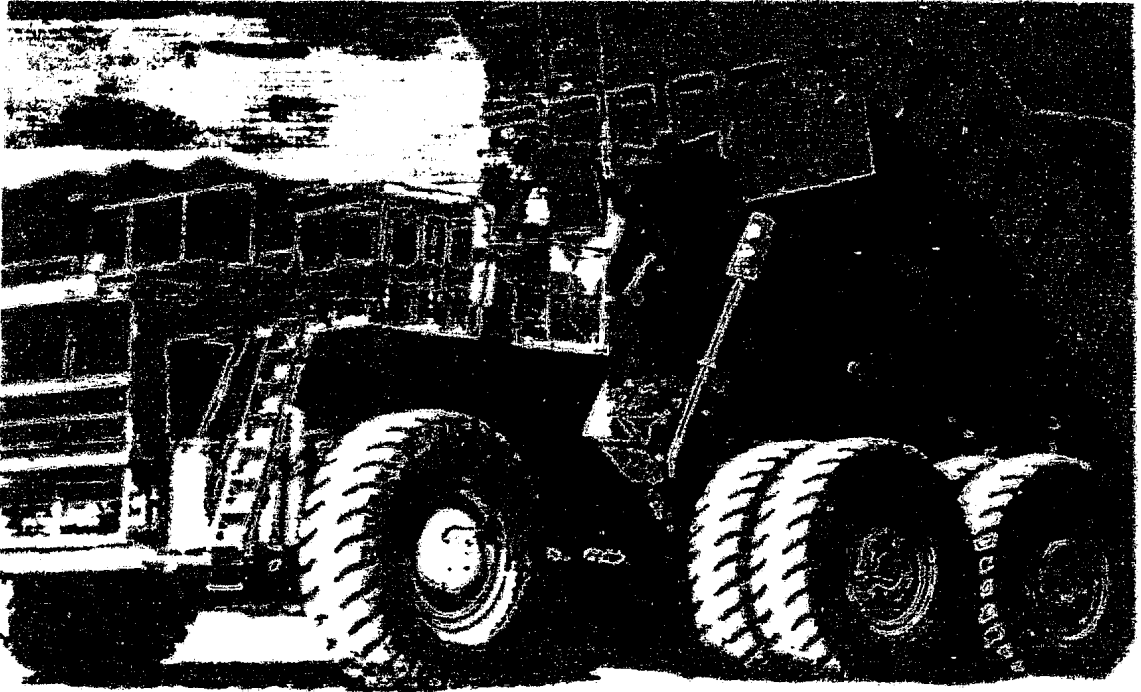


73-11-11-11

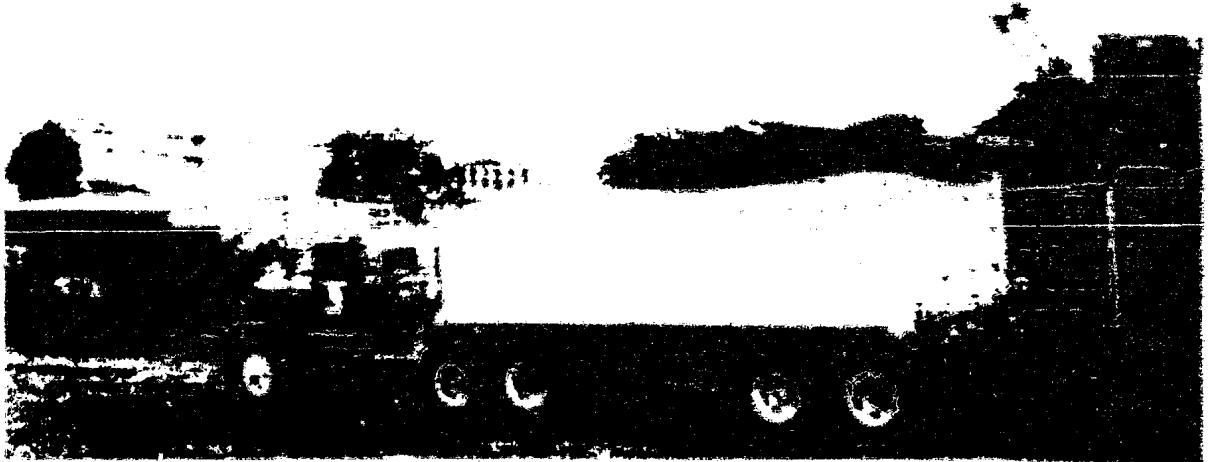


2000





REF No 8



REF No 9

Algunas máquinas son construidas expresamente para fuera de la carretera.

Otro grupo se hace en una combinación para trabajos de fuera de carretera con una carga máxima y - trabajos sobre la carretera donde la carga se adapta a las - condiciones legales de camino, número y arreglo de los ejes y longitud.

Hay una variante en el acarreador de - dos ejes el cual tiene una articulación entre la cabina y la caja de carga (Foto No. 10).

Esta máquina es de excelente maniobrabilidad en espacios pequeños, su carga está bien balanceada entre ejes y es un acarreador para fuera de carretera.

Los camiones y tractores son diseñados para usar motores de gasolina, gas ó diesel excepto para algunos grandes para fuera de carretera quienes pueden tener - un sistema especial de transmisión. Este sistema está hecho a base de un motor de diesel el cual transmite su fuerza a un generador de electricidad el cual alimenta a motores eléctricos que están dentro de las ruedas. Por ejemplo los acarreadores de 170 ton. (Foto No. 11) ó mayores.

Los acarreadores de volteo trasero con las máquinas más versátiles para todo tipo de materiales bajo todas las condiciones de trabajo.

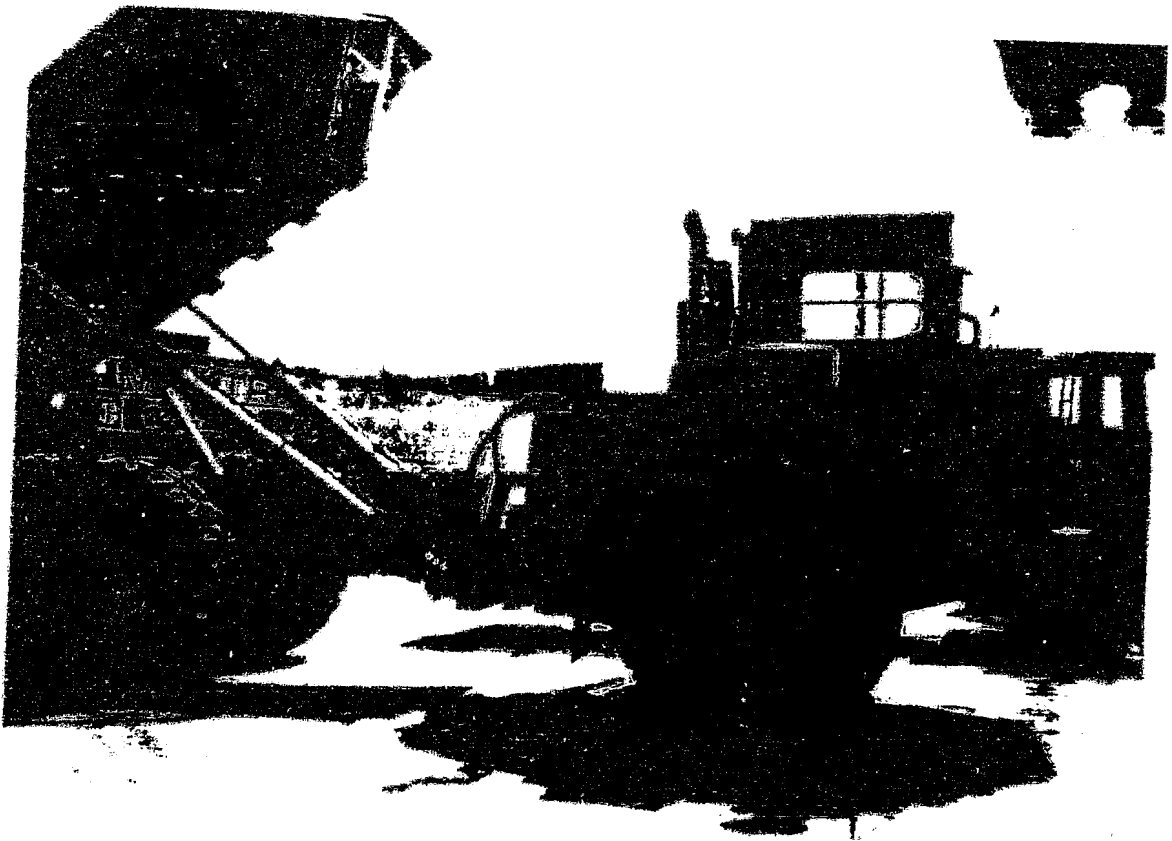


PHOTO No 10

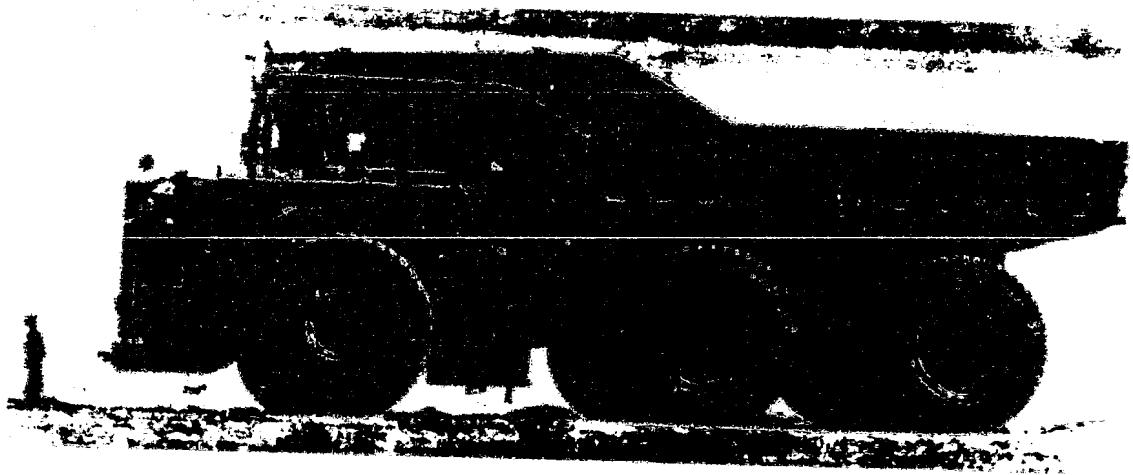


PHOTO No 11

ACARREADORES DE VACIADO LATERAL.- Este especial tipo de acarreador solo se fabrica sobre pedido. Puede ser de dos o tres ejes y pueden ser un tractor con un semiremolque o un remolque con un tractor completo.

Los principios de operación excepto para la fase de la descarga en el ciclo de acarreo son similares al de los acarreadores de vaciado trasero.

C A P I T U L O I I I

M O T O E S C R E P A S

I I I . A D E S C R I P C I O N .

Una Motoescraper es una máquina para extracción y movimiento de grandes volúmenes de tierra. Consiste principalmente de dos partes; un tractor sobre neumáticos y la otra denominada escraper.(ver figura No 1)

El tractor es el medio de propulsión. Aquí se encuentran los controles de mando de toda la máquina.

La escraper es una caja metálica que tiene una cuchilla en la parte inferior que sirve para cortar el material, una compuerta curva que puede subir o bajar y una placa móvil la cual al accionarse permite desalojar el material contenido en la caja.

Han existido varios tipos de esta máquina empezando con la escraper de mano, evolucionando a la escraper de arrastre hasta la motoescraper que tiene gran variedad de modelos dependiendo el trabajo que vaya a realizar.

La motoescraper también ha tenido cambios tecnológicos. En un principio sus sistemas de operación --- eran mediante cables que, además de ser lento, eran muy complicados. Otras su sistema era eléctrico de difícil y constante mantenimiento debido al polvo. Y en la actualidad los sistemas son hidráulicos de gran potencia para la penetración

de la cuchilla y para la descarga del material. Con los sistemas hidráulicos se ha permitido aumentar el tamaño de la máquina desde 8 m³ hasta 50 m³ de capacidad.

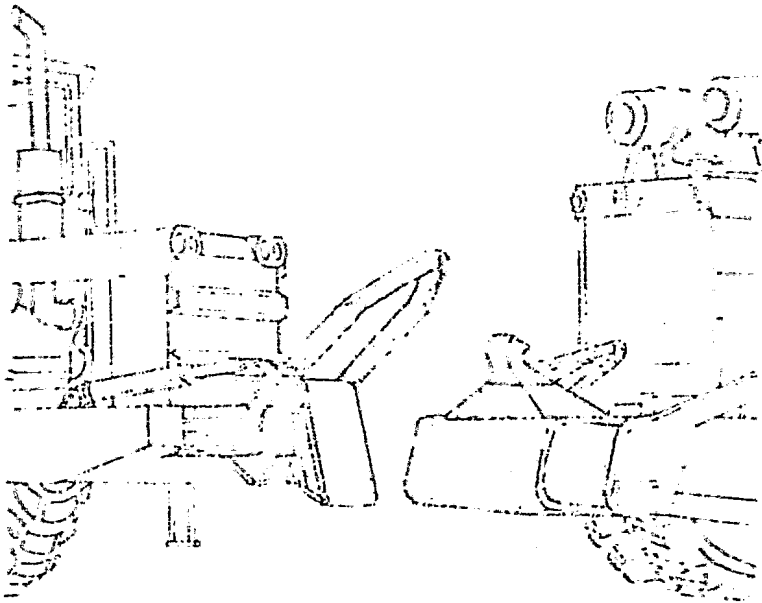
El control de la motoescrepa por medio de sistemas hidráulicos tiene otra ventaja sobre las dos anteriores, de cables y eléctricos; El control de sus movimientos con el mando hidráulico es de mayor precisión puesto que sus palancas responden con mucho mayor sensibilidad.

Los sistemas hidráulicos de operación varían de acuerdo al tipo de modelo que se trate, pero los principios son los mismos: los conductos son tuberías flexibles que llevan el líquido a presión desde la bomba del tractor hasta las tuberías de la escarpa misma.

Para el control de la máquina se usan cuatro cilindros hidráulicos de doble acción de los cuales dos de ellos controlan la posición de la cuchilla de la caja; otro se controla el ascenso y descenso de la compuerta y por último el cuarto se regula la posición del eyector.

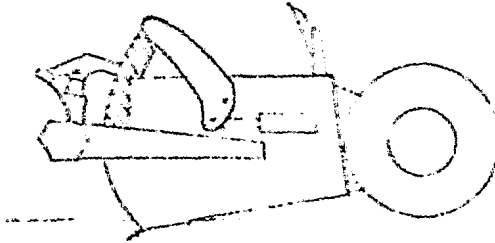
El sistema que controla el ascenso y descenso de la cuchilla mueve toda la caja de la escarpa fig 4. Cuando el material es muy duro la caja puede inclinarse tanto y encajando la cuchilla hasta el punto de que todo el peso de la escarpa este reposando sobre la cuchilla al grado de levantar las llantas traseras de la máquina. pero esto no se recomienda hacerlo. Este sistema tiene tres ventajas, una -

FIGURA No 3.

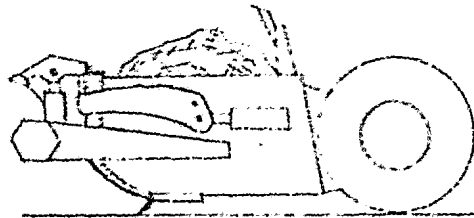


ACCESORIO OPCIONAL DE LAS MOTOESCRIBAS CON EL CUAL SE PUEDE TRABAJAR CON EL METODO DE TIRO Y EMPUJE (PUSH-PULL). ESTO SOLO SE PUEDE HACER CON MOTOESCRIBAS DE DOS FACTORES INCLUI QUE SE OCUPA MUCHA POTENCIA DURANTE LA CARGA...

FIGURA No 4.
MOVIMIENTOS EN LA CAJA DE LA
MOTOESCRIBA.



INICIACION DE LA CARGA
COMPUERTA DELANTERA ABIERTA Y CAJA ABAJO



TERMINACION DE LA CARGA
COMPUERTA DELANTERA ABAJO Y CAJA CERRADA

so, sujeción y fuerza descendente.

Los otros sistemas, el de control de la compuerta y del eyector, tienen tres posiciones: subir, bajar y sostener. (ver figura No 5)

Obviamente las motoscrapas han venido variando, tanto en formas como en capacidades, y formas de control que resulta en la actualidad una gran variedad de ellas, pero se agrupan por su manera de operar en cuatro tipos:

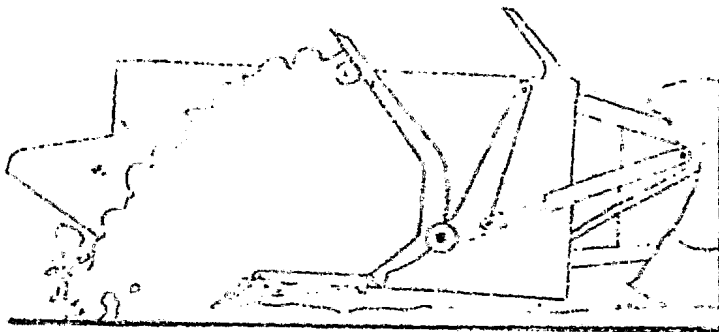
1) **MOTOSCREPAS ESTANDAR.** Esta constituida por un tractor de uno o de dos ejes con ruedas neumáticas, con capacidades de 5 a 31 m³ y que necesita de un tractor de orugas como ayuda para ser cargada. (ver foto No 12)

2) **MOTOSCREPA EN TANDEM.** Consiste en una motoscrapa estandar con dos motores, uno en el tractor y otro en la parte posterior de la escrapa; existe con capacidades de 11 a 32 m³ y se utiliza en caminos con fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de carga aunque es mejor aplicable con un tractor de orugas. (ver foto No 13)

3) **MOTOSCREPA DE TIPO Y EMPUJE.** Es igual a la de tandem con un accesorio consistente en un aditamento en la parte delantera y otro en la trasera para que entre las cintas se ayuden a cargar. (ver figura No 5). Mientras una carga la otra empuja y luego carga la segunda y es jalada por la primera. Esto elimina definitivamente el tractor de orugas.

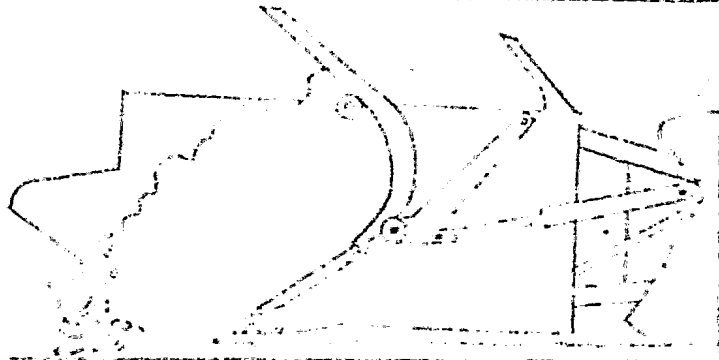
FIGURA No 5.

EL CICLO DE EYECCION POR MEDIO DE VOLTEAR LA CARGA Y AL ULTIMO RESORTERAR EL EYECTOR PARA EXPULSAR EL MATERIAL HACIENDO QUE LA DESCARGA SEA RAPIDA ASEGURANDO UN RESERVO -- PARQUE EN EL TERRAPLEN.



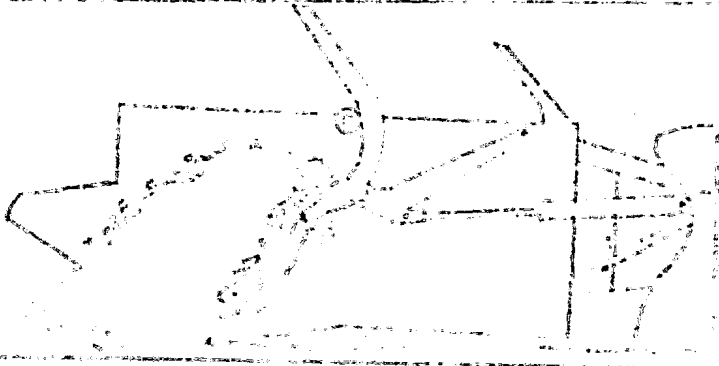
PRIMERA ETAPA:

LOS PIVOTES EXPULSORES EN LA PRIMERA ARTICULACION COMIENZAN A MOVER Y EL BALDE CORRE POR EL RESILLO Fijo DE LA PARTE SUPERIOR



SEGUNDA ETAPA:

EL PIVOTOR CONTINUA MOVIENDOSE Y LOS BRAZOS DE LA SEGUNDA ARTICULACION PROVOCAN EL MOVIMIENTO ASCENDENTE HACIENDO GIRAR LA CARGA



TERCERA ETAPA:

EN LA ETAPA FINAL CON ACCION EN RESORTELLO HACIA ARRIBA HACIENDO QUE EL PIVOTOR BALDEE EL MATERIAL HACIENDOLE SABER HACER QUE SE DESLICE VELOCITAMENTE EN ARRIBA.





APR 13 1953

La capacidad de esta máquina varía, hay modelos desde 11 hasta 49 m³. (Foto No. 14).

4) MOTOESCREFAS AUTOCARGABLES. Está constituida por una motoescropa estandar o en tandem (motoescropa con uno ó dos motores) pero con un sistema elevador de material que utiliza durante la carga haciéndolas independientes del tractor empujador.

El sistema que tienen es un "elevador de paletas" accionado por un motor hidráulico (Ver figura -- No. 6).

Las motoescropas autocargables son aplicables para un amplio rango de materiales desde arcillas suaves, hasta roca suave bien fragmentada. No es utilizable en roca medianamente fragmentada porque el elevador por su naturaleza misma no puede cargar rocas de gran tamaño (Foto No. 15).

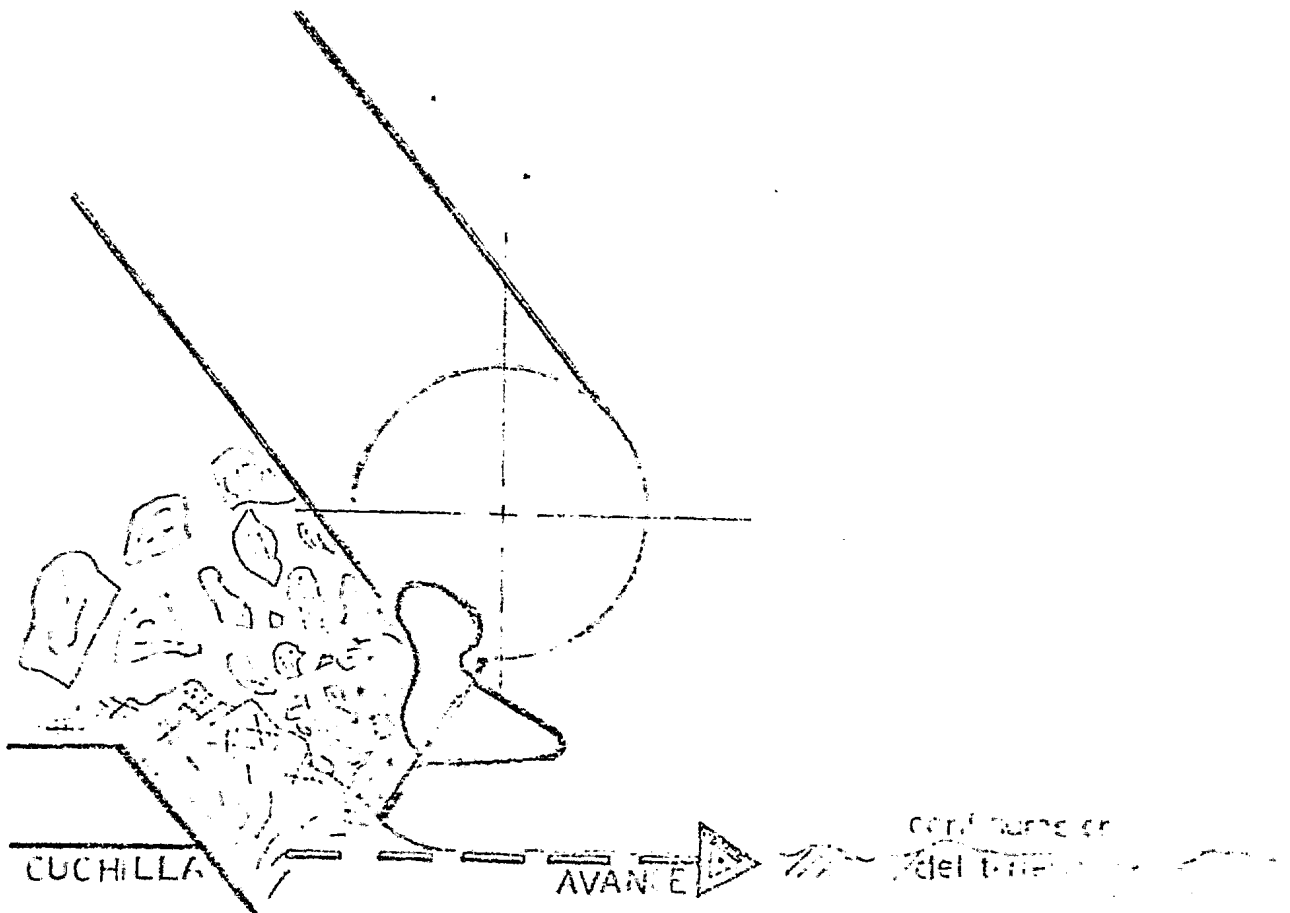
Algunas veces estas máquinas son utilizadas en calles o carreteras especialmente si no están pavimentadas donde la carga útil se reduce a lo que puede realizarse en un carril.

Las ventajas de las motoescropas autocargables sobre las de carga por empuje son:

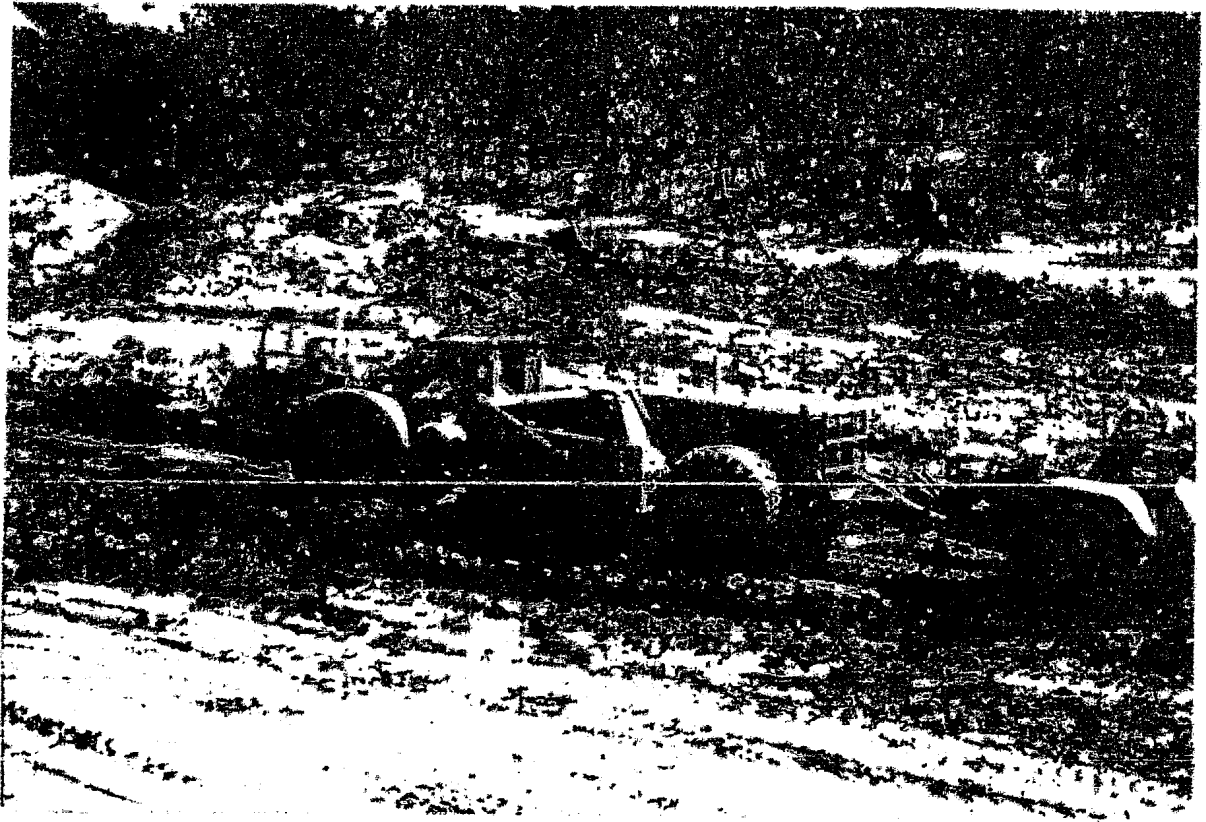
- 1) La escropa es un conjunto que carga y descarga y las otras necesitan de otra máquina por empuje en el momento de carga.
- 2) La construcción de las motoescropas autocargables es más sencilla que la de las de carga por empuje.

FIGURA No 6.

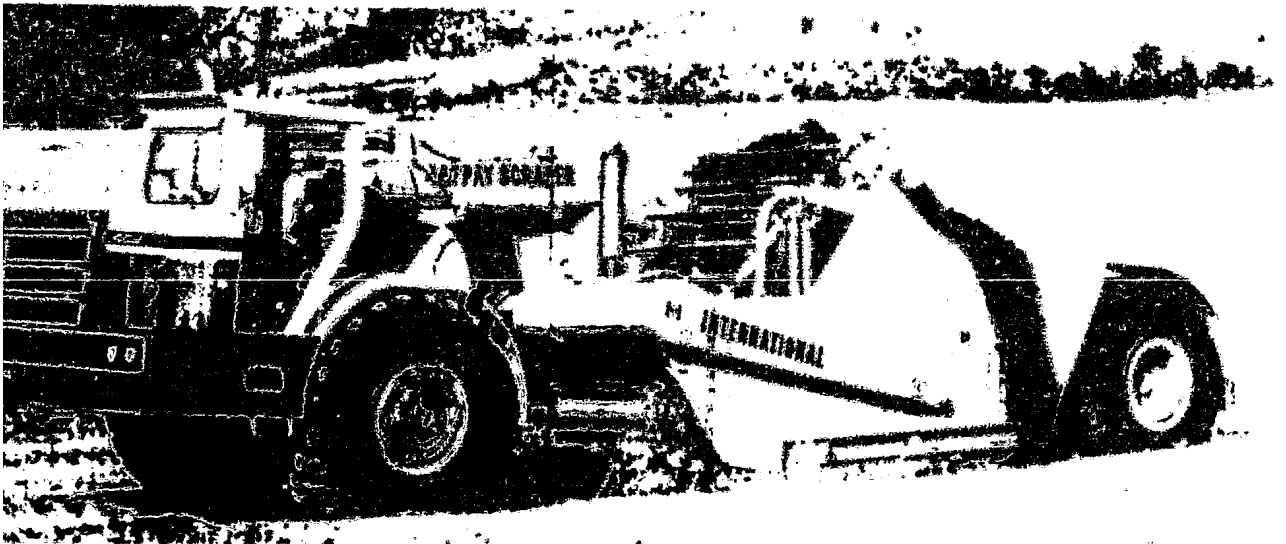
MOTOESCREPA AUTOCARGABLE
ESQUEMA DEL ELEVADOR



EL ELEVADOR DE PALETAS ESTA DISEÑADO DE MANERA QUE EL MATERIAL ES LANZADO CUANDO ESTA CARGANDO. LA PALETA PENETRA EN EL MATERIAL QUE HA SIDO AFOJADO POR LA CUCHILLA DE LA CAJA. EL ESFUERZO DEL ELEVADOR SOLO ES EL DE DESPARCIAR EL MATERIAL EN TRES DIRECCIONES HACIA DENTRO DE LA CAJA.



BOEC No 14



BOEC No 15

máquinas pueden trabajar individualmente.

Las desventajas de las motoescrepas autocargables son:

- 1) Baja cantidad de horas de mantenimiento debido al desgaste de los engranes y las hojas en el elevador.
- 2) Imposibilidad de cargar todo tipo de suelos.

La selección entre escrepas de carga -- por empuje ó autocargables depende principalmente de la naturaleza del material y el tipo de trabajo a realizarse de materiales suaves a medianos favorece las autocargables para material medianos a duro se utilizarán las de carga por empuje.

Cuando el trabajo requiere de excavaciones en varios cortes como lo es en fraccionamientos las escrepas autocargables son más económicas.

Cuando la excavación es masiva y se hace en un solo corte las escrepas de carga por empuje son preferibles.

Obviamente las condiciones económicas de la obra deben considerarse y un análisis cuidadoso del trabajo debe ser estimado como un requisito para la buena selección del tipo de escrepa a usarse. Por experiencia las distancias para acarreo económico oscila entre los 600 a 1,500 m dependiendo del camino y sus pendientes.

III.F) ANALISIS DE COSTOS HORARIOS.

La óptima eficiencia de una motoescrepa depende de la debida relación del rendimiento y de los costos. La siguiente fórmula constituye el método más usado para evaluar la eficiencia de una motoescrepa:

$$\frac{\text{costos mínimos por hora}}{\text{producción máxima por hora}} = \text{eficiencia óptima}$$

Los costos por hora de una motoescrepa de determinado modelo pueden variar mucho pues dependen de muchos factores: El tipo de trabajo, los precios locales de -- combustibles y lubricantes, los costos de embarque de la fa-- brica, las tasas de interés, etc.

A continuación describiré un método para la obtención del costo horario de cualquier motoescrepa.

Dicho método se basa en los siguientes principios:

-No se dan precios por ningún artículo. Deben obtenerse en la localidad para mayor exactitud.

-Los cálculos se hacen en la motoescrepa completa. No se necesitan hacer varios estudios separados por la máquina, los controles, las escarpas, etc.

-Debido a las diferentes normas de comparación, se clasifican en zonas las condiciones de operación y las modificaciones, a fin de describir mejor el uso de la máquina.

En la siguiente página sugerimos un formulario para calcular los costos por hora y después se da explicación de cada elemento. (Figura No. 7)

DEPRECIACION Y AMORTIZACION. Depreciación es la disminución del valor o precio de una cosa. El dueño de unas motoescrepas puede recobrar el importe de la inversión que hace al comprar una máquina mediante programas de amortización de la cantidad depreciada en el curso de su utilización. Se recomienda de modo especial, que se obtenga asistencia adecuada sobre financiación e impuestos cuando se formulen dichos programas.

El método de amortización de una motoescrepa que sugiero no se basa ni se relaciona con la cuestión de impuestos. Se trata de un método simple, basado únicamente en las horas de uso.

La tabla No. 1 sobre las condiciones de operación tiene por objeto presentar períodos en horas adecuados para la amortización.

Por supuesto, así como otras facturas, - además de las condiciones de operación, que tienen influencia en los períodos de amortización de una motoescrepa, tales como el deseo del propietario de recuperar lo antes posible el valor de la inversión, la adquisición de la máquina para una obra de duración específica, las hálitas de lugar, las condiciones económicas, la alta actividad y eficiencia por comprar

FIGURA N o . 7

ESTIMACION DE LOS COSTOS POR HORA DE POSESION
Y DE OPERACION DE UNA MOTOCESCREPA (Mayo 1983)

Máquina

Caterpillar Mod. CAT. 657 I

Valor de Depreciación

1. Precio de Entrega (incluye accesorios)	\$116'500,000.00 M.N.
2. Costo de Neumáticos	
delanteros \$300,000.00 c/u.	
traseros \$300,000.00 c/u.	\$ 1'200,000.00
3. Precio de Entrega sin Neumáticos	\$115'300,000.00
4. Valor de Reventa	\$ 40'775,000.00
5. Valor Neto de Amortización	\$ 74'525,000.00

COSTO DE POSESION

6. Depreciación

$\frac{\text{Valor Neto de Amortización}}{\text{Periodo de vida útil en horas}}$	$\frac{\$74'525,000.00}{300,000.00}$	\$	7,452.50
--	--------------------------------------	----	----------

7. Intereses, Seguros e Impuestos

Tasas Anuales: Intereses 12% Seguros 3% Impuestos 15%

uso anual estimado= 2,000 horas vida útil (N)- 5 años

$$\frac{N+1}{N} \times \frac{\text{Precio de Entrega}}{2000} \times \text{Tasa Anual de Intereses, Seguros e Impuestos}$$

$$\frac{5+1}{5} \times \frac{\$115'300,000.00}{2000} \times 3\%$$

\$ 31,131.00

8. Costo Total de Posesión por Hora (6+7)

\$ 38,133.50

CONTINUA -----

FORM. No 7 (CONTINUACION)

COSTOS DE OPERACION

1. Combustible	precio \$50.00 X consumo 68.00	\$	4,060.00
2. Lubricantes			
Carter	precio \$270.00 X consumo 1.18	\$	318.50
Transmisión	precio \$270.00 X consumo 0.20	\$	54.00
Ejes Finales	precio \$270.00 X consumo 0.31	\$	83.50
3. Neumáticos			
costo	\$1'200,000.00		
duración	3,000.00	\$	400.00
4. Reparaciones			
Factor X Precio sin Neumáticos	$= \frac{0.09}{1000} \times \frac{\$115'300.000}{1000}$	\$	10,377.00
5. Operador			
Jornal-día	\$12,000.00		
8 Horas	8	\$	1,500.00
6. Costo total de operación por hora. (8+9+10+11+12)		\$	16,813.00
7. Costo total de Posesión y Operación por hora (A+B)		\$	55,326.50

una máquina importada de reemplazo y muchos otros.

Si bien los métodos de conservación no se consideran en esta tabla, tienen importancia sobre la duración de una máquina. Por ejemplo, tal vez las condiciones de operación sugieran un período de amortización de 12,000 horas para una máquina determinada, pero las prácticas ineficaces de conservación podrían hacer gravoso al retenerla por más de 10,000 horas. Los métodos buenos y continuos de conservación extienden la vida útil de una máquina.

Para establecer los períodos de amortización, es esencial, por lo tanto, tomar en cuenta la utilización y cualquier otro factor especial.

VALOR DE REVENTA O DE CANJE. Para muchos dueños, el valor residual o valor de canje es un factor definitivo en sus decisiones de compras, pues constituye una forma de reducir la inversión que deben recuperar mediante la amortización.

Cuando se utiliza el valor de reventa o de canje para calcular los costos por hora de posesión y de operación, debe tenerse en cuenta el lugar, pues los valores de equipo usado varían mucho de un punto a otro. Sin embargo, en cualquier mercado de equipo de segunda mano, los factores más decisivos en el valor de reventa o de canje son el número de horas de servicio de la máquina al venderla, los

tipos de trabajos y las condiciones de operación en que se utilizó, así como el estado en que se hallaba.

Una vez que se establezca un valor razonable de reventa o canje, se resta del precio de entrega a -- fin de obtener la cifra neta para los fines de amortización.

Como en este caso los neumáticos se consideran artículos de consumo rápido, no se amortizan. Se -- resta su costo de reemplazo del precio de entrega de la máquina, a fin de obtener el valor neto que debe amortizarse. -- Los neumáticos son parte de los Costos de Operación.

INTERESES, SEGUROS E IMPUESTOS. Muchos dueños recuperan estos costos considerándolos como parte de los costos por hora de posesión. Otros, en cambio, los consideran como gastos -- generales en la operación total. Cuando estas tres partidas (intereses, seguros e impuestos) se cargan a determinadas máquinas, generalmente se basan en la inversión media anual en la máquina de modo que pueden considerarse juntos.

Los intereses se consideran como el costo de inversión en una máquina, puesto que el valor correspondiente al precio pudo haberse depositado en una caja de ahorros a un porcentaje fijo.

Los impuestos se refieren a los que gravan la propiedad o uso, y que pueden asignarse a una máquina específica.

Por Ejemplo las Tasas Anuales en México en (Mayo/1985):

Interés en inversión.....	72%
Tasa de impuesto.....	15%
Tasa del seguro.....	3%
Tasa total por año que debe cargarse sobre la inversión media del dueño	T= 90%

El coste aproximado por hora por concepto de intereses, seguros e impuestos se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\frac{N}{2N} \times P}{U} \times T$$

- Siendo
- C= Costo aproximado por hora
 - N= Vida útil de la máquina (años)
 - P= Precio de entrega de la máquina
 - U= Utilización anual (horas)
 - T= Tasa total por concepto de intereses, seguros e impuestos (%)

CONSUMO DE COMBUSTIBLE. El consumo de combustible puede hallarse con exactitud en la obra. Si no hay la oportunidad de hacer esto, puede determinarse conociendo los trabajos que hace la máquina.

La clase de trabajo determina el factor de carga de un motor, lo cual, a su vez, indica el consumo de combustible. Un motor que administra un funcionamiento en una planta, funciona a la misma carga de . . .

nas para movimiento de tierra alcanzan sólo de modo intermitente un factor de carga de 1,0. pero muy rara vez se mantienen a ese nivel por un tiempo considerable. Los períodos de marcha en vacío, como el empuje de trallas, el viaje de retorno de la máquina, las maniobras precisas con la admisión parcialmente abierta, y los trabajos cuenta a bajo son ejemplos de operaciones que reducen el factor de carga.

La tabla No. 3 suministran tasas de consumo de combustible por hora, a varios factores de carga, para las motoescrepas. Puesto que varía el uso de cada tipo de máquina, las guías concernientes al empleo sólo constituyen una referencia para calcular el factor de carga.

Para determinar el costo de combustible por hora, elija el factor de carga basado en la clase de trabajo, y halle el consumo por hora. Luego utilice la siguiente fórmula:

Consumo por Hora X Precio por litro o galón de Combustible en la localidad = Costo por Hora de Combustible.

LUBRICANTES. Los costos por hora de lubricantes y grasas pueden hallarse con exactitud utilizando los datos sobre consumo de la tabla No. 5 y aplicando los precios de la localidad.

NEUMÁTICOS. Los costos en neumáticos son una parte considerable de los costos por hora de toda máquina de ruedas. Se puede hacer una buena estimación si se utilizan las cifras de duración de los neumáticos--basándose en la experiencia -- con los precios que el dueño paga por los neumáticos de reemplazo.

Si no se tienen cifras basadas en la experiencia, utilice las gráficas de estimación de la tabla No. 6.

Los precios de neumáticos de repuesto deben obtenerse siempre de los abastecedores en la localidad.

Puesto que los neumáticos se consideran artículos de cambio frecuentemente en este método sobre costos de posesión y de operación, el costo total de reemplazo -- se resta del precio de entrega de la máquina, a fin de hallar el valor neto para amortización. El desembolso por neumáticos se incluye como parte de los costos de operación:

$$\frac{\text{Costo del reemplazo de neumáticos}}{\text{Horas estimadas de duración}} = \text{Costo en Neumáticos por hora}$$

El renovado suele disminuir el costo -- por hora de neumáticos. Este tomarse en cuenta la disponibilidad de molinos, los costos locales de renovado y la duración adicional.

RESERVA PARA REPARACIONES. Generalmente, las reparaciones - constituyen el renglón de gastos más alto en los costos de operación, e incluyen todas las piezas y mano de obra directa (excepto el salario del operador) correspondientes a la máquina. Los gastos generales del taller pueden incluirse en los gastos generales de la compañía, o cargarse a las máquinas como porcentaje del costo directo de mano de obra, según sea el método que use el dueño.

Los costos por hora de reparación de -- una sola máquina suelen seguir un curso ascendente escalonado pues los gastos principales en reparaciones se producen usualmente en oleadas. Si se consideran los términos medios, los escalones se convierten en una curva ascendente. Puesto que esta curva se inicia a un nivel bajo y aumenta gradualmente, los costos por hora de operación deben ajustarse constantemente hacia arriba, o usarse un costo medio de reparaciones que proporcione un valor uniforme por hora. Muchos prefieren aplicar el término medio, y es el que sugerimos.

Dado que los costos en reparaciones son bajos al comienzo, y aumentan gradualmente, al promediarlos - se obtienen al principio fondos adicionales, que constituyen reservas.

Las utilizaciones de las máquinas, las condiciones de operación y las tareas de conservación, afectan los costos de reparación. En ciertas obras, por partic--

tros constituyen la mejor base para establecer reservas por hora de reparaciones. Si no hay registros, la experiencia aconseja que los cálculos de reparación se basen en un porcentaje del costo inicial de la máquina. La tabla No. 2 da factores multiplicadores basados en la clase de trabajo y en las condiciones de operación, los cuales se usan al calcular las reservas de reparaciones por hora. Estos factores son para la máquina completa, con accesorios, e incluyen el consumo normal de cuchillas.

En ciertas partes, los costos de importación pueden afectar en tal grado el precio de la máquina -- que, si se aplican dichos factores al precio de entrega, resultan costos excesivamente altos de reparación. Por otra parte como las piezas importadas suelen estar sujetas a derechos e impuestos más altos que los que se cargan a las máquinas nuevas, los factores producirían valores más bajos. -- Cuando existen tales condiciones de precio, deben usarse con precaución los multiplicadores que damos aquí.

Estos factores multiplicadores dan resultados bastante exactos. Sin embargo, como varía mucho la utilización de una máquina, como también las condiciones de trabajo y los métodos de operación y conservación, no garantizamos la exactitud de los multiplicadores en la estimación de los costos totales de reparación de una máquina.

III.C PRODUCCION Y COSTOS UNITARIOS.

Este capítulo trata de los procedimientos utilizados para determinar el rendimiento de una máquina. Se considera el cálculo ó estimación de la producción que se hace en la obra, y fuera de la obra.

El rendimiento como ya lo mencionamos - anteriormente, de una máquina se mide comparando su producción por hora con sus costos de posesión y de operación por hora, también. El rendimiento óptimo de una máquina se expresa - del modo siguiente:

$$\text{Rendimiento óptimo de la máquina} = \frac{\text{Costos mínimos por hora}}{\text{Máxima producción por hora}}$$

La producción se define como el volumen de material excavado y acarreado por hora. El volumen de la tierra que se considera es el volumen medido como se encuentra en estado natural. Hay muchas unidades de medición pero en los trabajos de movimientos de tierra las más comunes son:

m^3 de material en banco ó m^3 en banco ó m^3 en b.

m^3 de material suelto ó m^3 suelto ó m^3 s.

En el sistema Inglés

yd^3 de material en banco ó yd^3 en banco ó yd^3 en b.

yd^3 de material en banco ó yd^3 suelto ó yd^3 s.

m^3 en a (ó yd^3 en b)— un m^3 (ó yd^3) de material como se encuentra en la naturaleza sin excavarlo.

m^3 s (ó yd^3 s)— un m^3 (ó yd^3) de material expandido como resultado de haberlo excavado - y cargado.

Los volúmenes en cualquier movimiento de tierra se calculan en m^3 en banco. Por lo tanto, para estimar la producción, debe conocerse la relación entre el volumen de material en banco y el volumen de material suelto. Esta relación se le denomina Coeficiente de Variación Volumétrica.

$$\text{Coef. de Variación Volumétrica} = \frac{m^3 \text{ de material suelto (} m^3 \text{ s)}}{m^3 \text{ de material en banco (} m^3 \text{ en b)}}$$

En la tabla No. 7 se dan los Coeficientes de Variación Volumétrica de algunos materiales más comunes en el movimiento de tierras.

La densidad del material por mover es otro dato que necesitaremos para estimar la producción. Hay varios métodos para determinar la densidad del suelo pero todos se resumen a la siguiente operación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de una muestra}}{\text{Volumen de la misma muestra}}$$

En la tabla No. 7 también se dan los valores de la densidad de algunos materiales más comunes.

El peso de la carga se obtiene, de la manera más exacta, pesandola. En los vehículos de acarreo esto se hace separadamente encontrando el peso sobre cada rueda o eje mediante básculas portátiles. Puede utilizarse cualquier báscula de capacidad y exactitud adecuadas. Al pesar, la máquina debe estar relativamente a nivel, a fin de no tener errores. Es necesario pesar el número suficiente de cargas para obtener un término medio correcto. El peso total de la máquina es la suma de los pesos parciales sobre las ruedas o ejes.

Para determinar el peso de la carga, se resta el peso del vehículo vacío al peso de la máquina cargada.

Peso de la carga = Peso de la máquina cargada - menos el peso de la máquina vacía.

Existe otro método para calcular el peso de la carga, que se utiliza cuando no se tienen datos de campo el cual solo necesita la capacidad de la caja de la máquina y las características del material que va a acarrear y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P.C. = C.C. \times C.V.V. \times D \div 1000$$

Donde P.C. = Peso de la carga (en toneladas)

C.C. = Capacidad de la caja: esta debe de ser la máxima ó sea cúbica (en m³)

C.V.V. = Coef. de Variación Volumétrica

D = Densidad del material (en kg/m³)

Para obtener el volumen de material en banco se procede de dos formas

- 1) El volumen excavado y acarreado, obtenido de los datos del fabricante o midiendo físicamente la caja de la máquina entre el Coeficiente de Variación Volumetrica.

$$\text{Volumen en banco} = \frac{\text{Volumen de material suelto}}{\text{Coeficiente Variación Volumetrica.}}$$

- 2) El peso de la carga, obtenida como dijimos anteriormente, entre la densidad del material

$$\text{Volumen en banco} = \frac{\text{Peso de la carga}}{\text{Densidad del material}}$$

La producción, como ya lo mencionamos - es la cantidad de material, medido en banco, excavado y acarreado en una hora. En todas las obras el movimiento de tierras con motoescrepas es repetitivo. El conjunto de actividades que se repiten y el lapso de tiempo total en que no se repiten se denomina CICLO.

Por lo tanto la producción se definirá - como el producto de multiplicar el volumen de material en banco movida en un ciclo de la máquina por el número de ciclos -- realizados en una hora.

$$\text{Producción} = \text{Volumen/ciclo} \times \text{ciclos/hora}$$

CICLO:

El ciclo para una motoescrepa consiste en las siguientes etapas:

Carga: comienza cuando la motoescrepa con la caja abajo, la compuerta arriba y la cuchilla enterrada inicia el movimiento hacia el frente obligando a el material introducirse a la caja. Cuando el material ya ocupó todo el espacio de la caja y se comienza a derramar, en ese momento accionan el levantamiento de la caja y el cierre de la compuerta, y se termina esta etapa (ver figura No. 4).

Acarreo: empieza cuando termina de cargar y termina cuando llega a donde vaciara su carga.

Descarga: es cuando la motoescrepa, con la compuerta abierta, inicia el movimiento de expulsión de la carga por medio del eyector, esto es simultaneo a el avance hacia el frente de la máquina y termina cuando ha vaciado completamente su carga. (Ver figura No. 5).

Retorno: comienza cuando la máquina termina de descargar y regresa al punto donde volverá a colocarse para iniciar la carga.

Maniobras: esta etapa comprende a los movimientos lentos de aproximación, al banco de préstamo o a la zona de relleno. También incluye los movimientos de bajar la caja y levantar la compuerta que se deben hacer con la motoescrepa estacionada.

El tiempo que ocupa una motoescrepa en terminar un ciclo es la suma de los tiempos medidos con cronómetro de cada una de las etapas.

Otra forma de calcular el tiempo del ciclo es medir con el cronómetro la duración total de 10 ó 15 ciclos y luego dividir el tiempo total entre el número de ciclos contados.

Por último es necesario medir el tiempo de varios ciclos completos en ambos métodos a fin de obtener el tiempo medio por ciclo.

La producción máxima se logrará si el ciclo se hace sin interrupciones.

La producción real se obtiene si se incluyen en el ciclo los tiempos de espera posibles, ya sea -- que la motoescrepa espere turno para cargar ó en la descarga y los tiempos de demora que serian por ejemplo cuando se detiene el ciclo por el paso del tren que crza la vía el camino de acarreo, o cuando se detiene la máquina por reabastecerse de combustible.

CALCULO DE LOS TIEMPOS DE ACARREO Y RETORNO.

Es necesario, a monada estimar los tiempos de acarreo y retorno de la maquinaria de movimiento de tierras que va a elegirse para un trabajo por ejecutar.

Para lo cual se necesitan algunos datos que a continuación definiremos:

RESISTENCIA DE LA RODADURA. La resistencia a la rodadura (R. R.) es una medida de la fuerza requerida para mover una rueda ó hacerla rodar en el suelo. Influyen las condiciones del terreno y la carga del vehículo, pues mientras más se hunden las ruedas en el suelo, mayor es la resistencia. La fricción interna y las flexiones de los neumáticos contribuyen a aumentar la resistencia. De la experiencia se ha demostrado que por cada tonelada de peso sobre las ruedas hay que vencer una resistencia de 20 Kg. (40 lb). También se ha visto que por cada 2.5 cm (una pulgada) de penetración de los neumáticos en el suelo crea una resistencia adicional de 15 Kg. (30 lb) por cada tonelada de peso. Estos dos valores se combinan para obtener el FACTOR DE RESISTENCIA A LA RODADURA (F.R.R.) que se expresa en kg/ton. (lb/ton).

$$F.R.R. = 20 \text{ kg/ton.} \quad (\text{ ó } \text{ kg/ton./ cm u ca.})$$

En la tabla No. 6 se muestran algunos F.R.R. más comunes.

Por lo tanto, se calcula la R.R. utilizando el F.R.R. y el peso bruto de la maquina (P.B.M.) en toneladas.

$$R.R. = F.R.R. \times P.B.M.$$

Y se expresa en kg.

En otro método para calcular la R.R. se utilizan porcentajes determinados del peso de la máquina. Se basa en que la resistencia máxima es 1% del peso de la máquina.

2% del P.B.M. sobre los neumáticos, y que la resistencia por cada centímetro de penetración de las ruedas en el suelo es de 0.6 % del P.B.M. por consiguiente la R.R. se calcula así:

$$R.R. = 2\% (P.B.M.) + 0.6\% (P.B.M.) \text{ por cada cm de penetración}$$

Con respecto a la penetración de los neumáticos y a la experiencia se ha llegado a las siguientes determinaciones empíricas:

Camino	Penetración de la llanta
Sin revestir.	7.5 cm
Revestido	5.0 cm
Pavimentado	3.5 cm

RESISTENCIA EN PENDIENTES: La resistencia en pendiente (R.P.) es la medida de la fuerza que debe vencer una máquina en pendientes diversas (cuesta arriba). Es también la ayuda en fuerza para vencer la resistencia de una máquina al movimiento en pendientes favorables (cuesta abajo).

Las pendientes se miden en porcentajes de inclinación. Es la relación entre la diferencia de nivel y la distancia horizontal entre dos puntos (2 metros en cada 400 metros 0.5%).

La resistencia frena en caminos con pendientes diversas el porcentaje va precedido por el signo positivo (+) y la ayuda frena en caminos con pendientes favorables por

el signo negativo (-).

En toda pendiente adversa, cada tonelada de peso del vehículo crea una resistencia adicional de 10 kg - (20 lb) por cada 1% de inclinación. Esta relación es la base para calcular el factor de resistencia en pendientes (F.R.P.)

$$F.R.P. = 10 \text{ Kg/ton} \times \% \text{ inclinación.}$$
expresado en kg/ton.

La resistencia ó ayuda en pendientes (R.P.) se obtiene de la siguiente manera:

$$R.P. = F.R.P. \times P.B.M.$$

se expresa en toneladas.

La R.P. se calcula también usando el porcentaje del peso bruto. Este método se basa en que la R.F. es igual al 1% del P.B.M. por cada 1% de inclinación.

$$R.P. = 1\% P.B.M. \times \% \text{ de inclinación}$$

RESISTENCIA TOTAL: La resistencia total (R.T.) se calcula sumando la resistencia a la rodadura (R.R.) más la resistencia en pendientes (R.P.)

$$R.T. = R.R. + R.P. \text{ en kg.}$$

La resistencia total también puede expresarse como si tan solo consistiera en resistencia en pendientes, expresada en % de inclinación. Esto significa que la resistencia a la rodadura se expresa por el valor equivalente en resistencia en pendientes. Con este método, la resistencia total se da en porcentaje de inclinación.

Para esto, se convierte la resistencia a la rodadura en un determinado porcentaje de resistencia en pendientes. Puesto que el 1% de pendiente adversa ofrece una resistencia de 20 lb (10 kg)* por cada tonelada del peso del vehículo, cada 20 lb (10 kg)* de resistencia a la rodadura por tonelada puede presentarse como el 1% adicional de pendiente adversa. Después, se suma el porcentaje de inclinación, que -- representa la resistencia a la rodadura, al porcentaje de la pendiente, y se tiene la Resistencia Total (en %), denominada también Pendiente Compensada. Damos a continuación las fórmulas respectivas.

Resistencia a la Rodadura % = 2% + 1.5% por cada pulgada de penetración de los neumáticos.
 = 2% + 0.6 % por cada cm de penetración.

Resistencia en las pendientes (%)

= Pendiente en %

Pendiente Compensada (%)

= RR (%) + RR(1) = R.T. %

La pendiente compensada es muy útil cuando se trata de gráficas de Pendiente-Velocidad-Tracción en las Ruedas, así como de Gráficas del Recordador de Rendimiento de los Frenos, y de las Gráficas sobre los Tiempos de Viaje.

*Cifras redondeadas para facilitar los cálculos. En el caso de un

El es también una continuación de la serie que se ve en el capítulo 10.

TRACCION. Tracción es la fuerza propulsora en las ruedas. Se expresa como fuerza útil en la barra de tiro o en las ruedas propulsoras. Los siguientes factores influyen en la tracción: el peso en las ruedas propulsoras, la acción de agarre de las ruedas, y las condiciones del suelo. El coeficiente de tracción (en cualquier camino) es la relación de la fuerza máxima de tiro que suministra la máquina, y el peso total sobre las ruedas propulsoras o carriles.

$$\text{Coeficiente de tracción} = \frac{\text{Fuerza de tiro}}{\text{Peso sobre las ruedas propulsoras}}$$

Modo de hallar la fuerza de tiro utilizable en una máquina:

$$\text{Fuerza de tiro utilizable} = \text{Coeficiente de tracción} \times \text{peso en las ruedas propulsoras}$$

En la tabla No. 9 se dan los coeficientes de tracción para algunos materiales.

Existe otro factor que afecta la fuerza de tiro cuando se utiliza a las máquinas a grandes altitudes. Esto es porque a altitudes mayores de 1,500 m. la densidad del aire disminuye tanto que reduce la potencia de los motores. É sea la fuerza de tiro de las ruedas propulsoras.

En la tabla No. 10 se da la pérdida por causa de la altitud de la potencia en la barra de tiro de las motocicletas, etc.

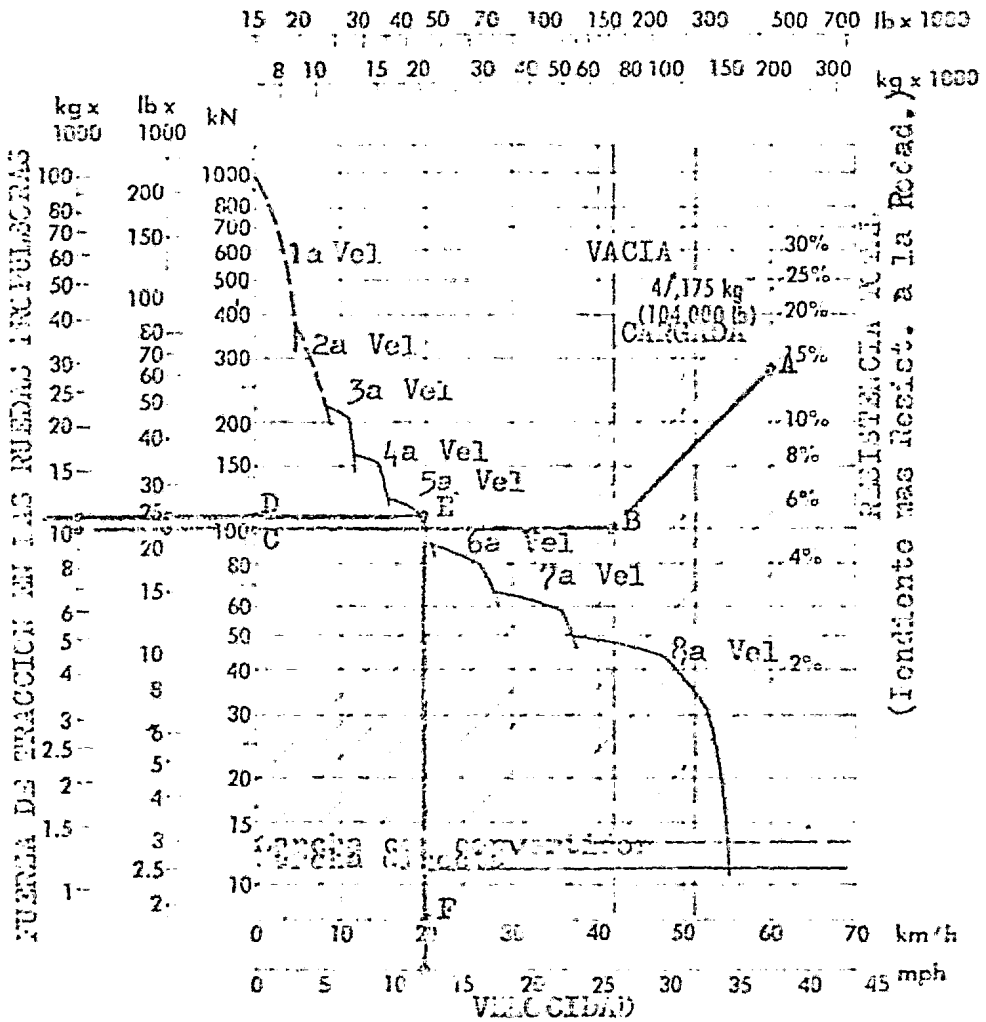
Para las etapas de acarreo y retorno de las motoescrepas el fabricante proporciona una gráfica de pendiente-velocidad-tracción por cada modelo de sus máquinas.

A continuación se describe la manera de utilizar estas gráficas. (Ver figura No. 8).

- 1) Determine la resistencia total (pendiente más resistencia a la rodadura). (Punto A de la gráfica).
- 2) A partir del Punto A, siga la diagonal de resistencia total hasta su intersección con la línea vertical correspondiente al P.B.M. o sea el punto B. (Las líneas de P.B.M. con carga indicada y sin carga son de puntos).
- 3) Usando una regla, trace una línea horizontal hacia la izquierda, desde el punto B hasta el C, en la escala de fuerzas de tracción.
- 4) Divida el valor que se indica en el punto C de la escala de tracción entre el porcentaje de la potencia total disponible - debido a la altitud en que se estará trabajando (Ver tabla No. 10). Esto da un valor de tracción D igual o mayor que C.
- 5) Trace una línea horizontal desde D. La intersección más - lejana de esta línea con una curva de velocidad es el punto E.
- 6) Descienda verticalmente desde el punto E y su intersección con la escala de velocidades será en el punto F.
- 7) Multiplique la velocidad en km/h por 16.7 para hallar la velocidad en mts/min. El tiempo de viaje en minutos se halla -

FIGURA No 8

GRAFICA DE PENDIENTE-VELOCIDAD-TRACCION
 DE LA MOTOBUSCANA MEDIO CAT. 657-B .
 PESO BRUTO



mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo (min)} = \frac{\text{Distancia (m)}}{\text{Velocidad (m/min)}}$$

Cuando la resistencia en pendiente es negativa (ó sea el camino en cuenta abajo) y es mayor que la resistencia a la rodadura es indispensable que la motoescrepa no exceda el límite de seguridad por velocidad sin necesidad de aplicar los frenos o sea que aplique la potencia del motor para frenar y mantener la velocidad constante.

Para estos casos se calcularon las gráficas del retardador.

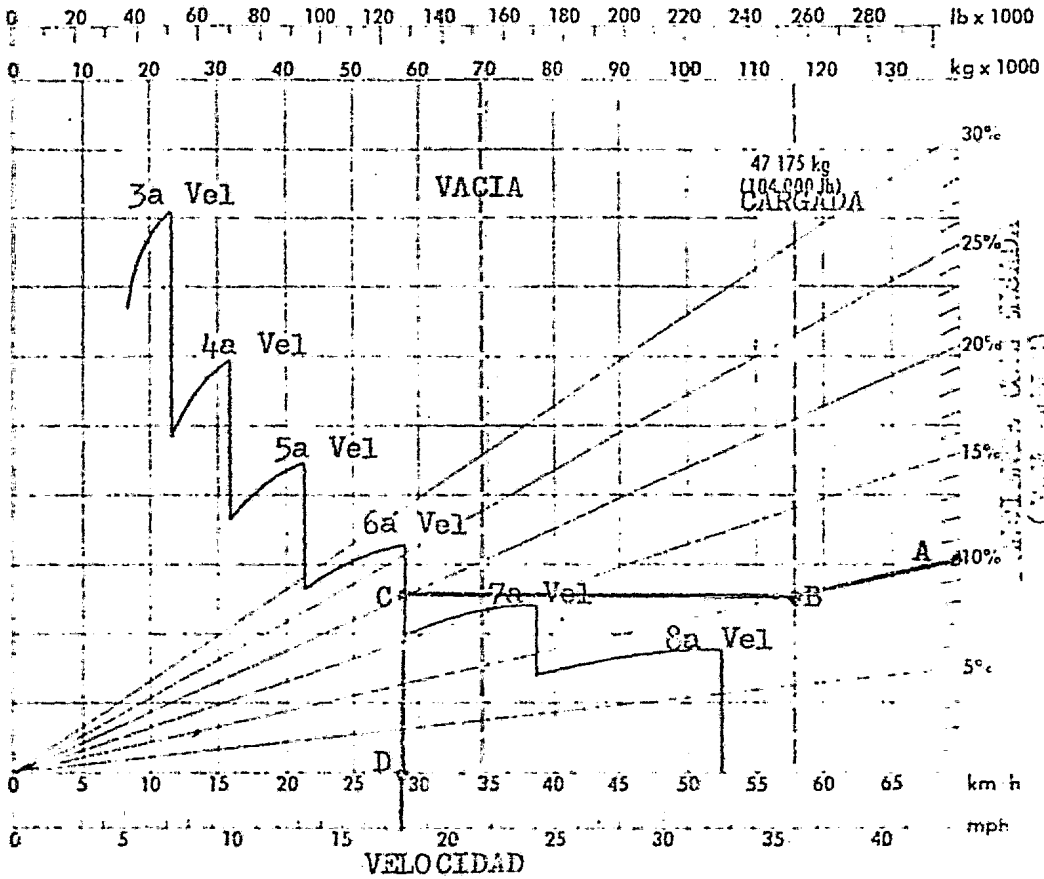
A continuación se describe la manera de utilizar estas gráficas (Ver figura No. 9).

1) Determine la pendiente compensada -- punto A en la gráfica.

2) A partir del punto A descienda en -- diagonal hasta la intersección con la línea vertical correspondiente al L.P.M. o sea el punto B.

FIGURA No 9

GRAFICA DEL RETARDADOR DE LA
MOTOESCREPA MODELO CAT. 657-B .
PESO BRUTO



3) Usando una regla trace una línea horizontal hacia la izquierda hace cruzar una curva de velocidad en el punto C, que sera el embrague con el cual descenderá.

4) Descienda verticalmente hasta la escala de velocidades en el punto D, que será la velocidad con la cual bajará sin riesgos de inestabilidad.

Existe otro método para calcular los tiempos de acarreo y retorno basado en dos gráficas proporcionadas por el fabricante para cada máquina. (Ver figuras Nos. 10 y 11).

Las gráficas son dos: una para la máquina con la carga útil indicada (acarreo) y otra para la máquina vacía (retorno). En las dos se incluye la aceleración y deceleración de la motoescrepa durante el viaje.

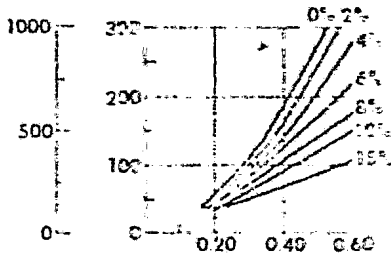
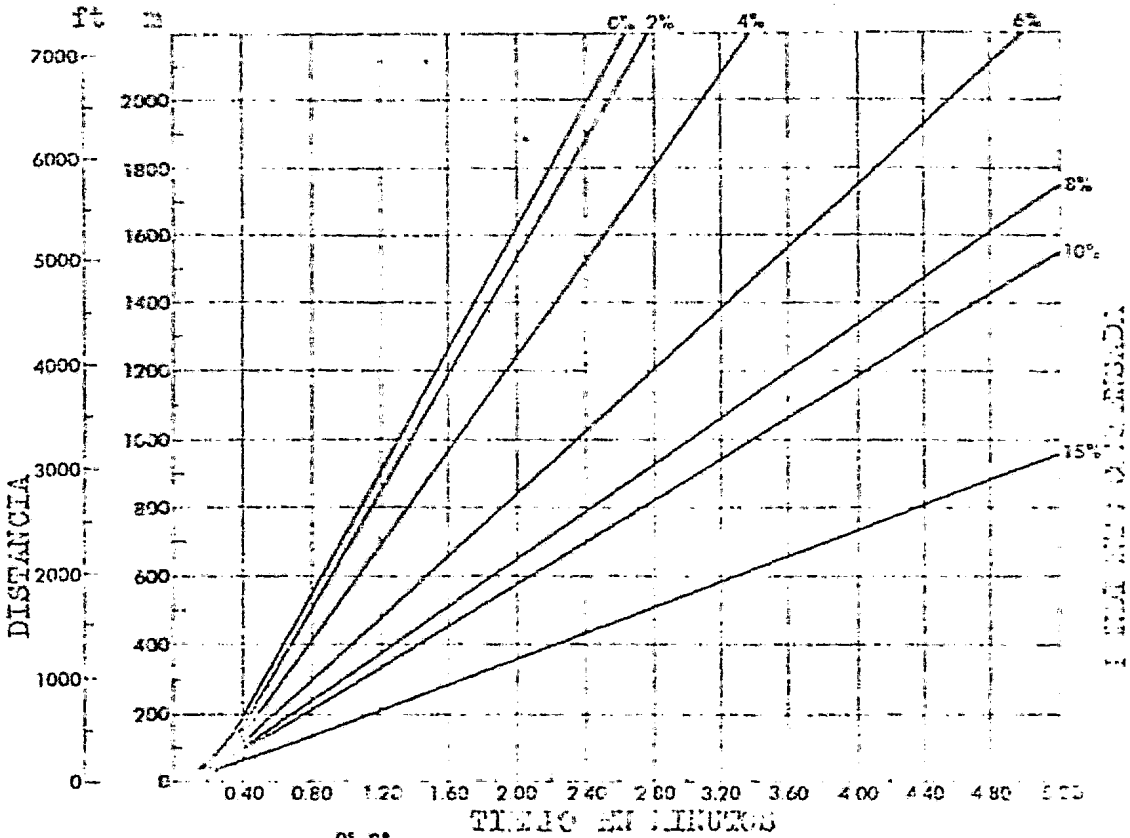
Para el empleo de estas gráficas es necesario conocer la resistencia total o sea la pendiente compensada del camino.

Cálculo de los tiempos de carga, descarga y maniobras.

Para la obtención de los tiempos de carga, descarga y maniobras lo más usual es recurrir a la experiencia o el fabricante de las máquinas. De esta información se hicieron estimaciones promedio para cada etapa.

FIGURA No 10.

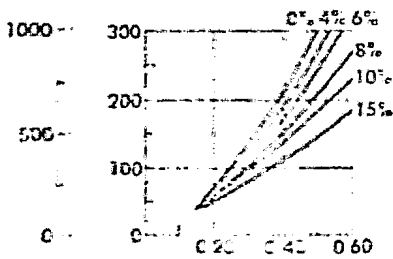
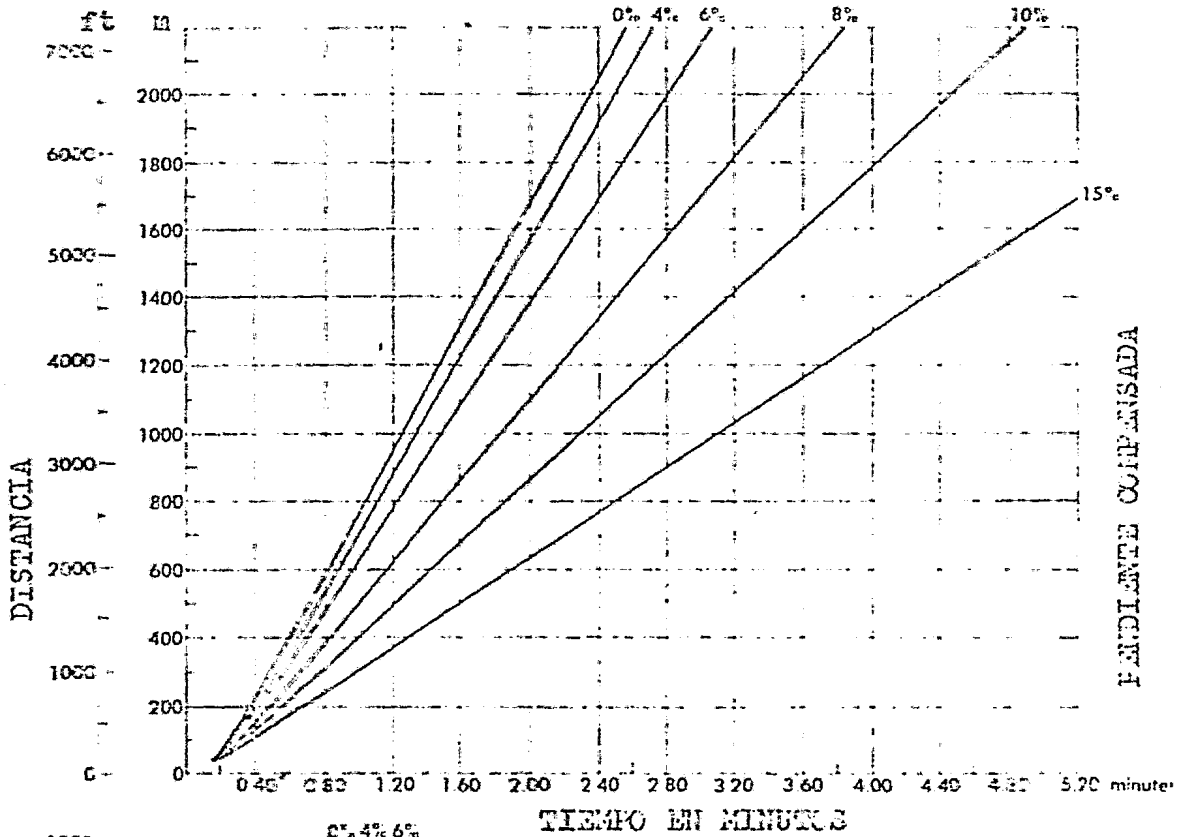
GRAFICA DE TIEMPOS DE ACARREO
DE LA MOTOSEGREPA MODELO CAT. 657-B.



LESG DE VEHICULO VACK 60, 7000
(152, 000 lb)
CARGA UTIL 47,200 lb 27.1%
(104,000 lb - 35.3%)

FIGURA No 11

GRAFICA DE TIEMPOS DE RETORNO
DE LA FOTOCRETA MODELO CAT. 657-B.



ELLO DEL VARIACION VACIO (0, 100%)
(15%, 100%)

Para obtener los tiempos de carga, de carga y de maniobras se utiliza la tabla No. 11.

La suma de los tiempos de cada una de las etapas es el tiempo del ciclo de la máquina para determinadas condiciones.

Este ciclo se calculó para una máxima eficiencia del trabajo, que no es real.

La eficiencia en el trabajo es uno de los elementos más complejos en el cálculo de la producción, - pues influyen factores tales como la habilidad del operador, las reparaciones pequeñas y ajustes, demoras del personal, y retardos a causa del plan de trabajo. Damos a continuación cifras aproximadas sobre eficiencia, si no hay disponibles datos ya obtenidos en la obra.

Operación	Horas de trabajo	Factor de eficiencia
Diurna	45 min/hora	0.75
Nocturna	40 min/hora	0.67

Estos factores no toman en cuenta las demoras ocasionadas por el mal tiempo, las reparaciones generales ni parciales. La persona que haga los cálculos debe utilizar dichos factores de acuerdo con su experiencia en condiciones similares.

Ejemplo del cálculo de la producción real de la excavación y acarreo de material utilizando motoescrepas.

EQUIPO Motoescrepas CAT 657-B (T y E)

MATERIAL Arcilla con grava húmeda

CAMINO DE ACARREO 400 m de terracería mal conservada con 15% de pendiente al acarreo. Altitud 2,800 MSLM

Solución:

Estimación de la carga útil (P.C.)

$C.C. \times C.A. \times D = P.C.$

$33.6 \times 0.85 \times 1,650 = 47,000 \text{ kg}$ (ver tabla No. 7)

Peso de la máquina vacía = 29,100 kg

Peso de la máquina cargada = 76,100 kg

Ciclo de la motoescrepa

Carga 1.0 min (2 motoescrepas) (ver tabla No. 11)

Carga 0.5 min cada una

Descarga y dos maniobras 0.70 min (ver tabla No. 11)

Acarreo

Pendiente compensada

$F.R.R. = 2\% + (0.5 \times 5.0) \%$ = 5.0 % (ver pag. No. 45)

$F.R.P. = -15\%$ = -15.0 %

$F.R.T. =$ = -10.0 %

(de la gráfica retardador Figura No. 9) Vel= 28.0 Km/h

$$= 467.0 \text{ m/min}$$

$$= 0.86 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{400 \text{ m.}}{467 \text{ m/min}}$$

Retorno

Pendiente compensada

$$\text{F.R.R.} = 5.0 \%$$

$$\text{F.R.P.} = 10.0 \%$$

$$\text{F.R.T.} = 15.0 \%$$

(De la gráfica pend.-Vel.-Tracción Figura No. 8) Vel = 20 km/h

con factor por altitud= 0.9 (ver tabla No. 10)= 334 m./min

$$\text{Tiempo} = \frac{400 \text{ m}}{334 \text{ m/min}} = 1.20 \text{ min}$$

Resumen ciclo dos motoescrepas

Carga 1.00 min

Descarga y

Maniobras 0.70 min

Acarreo 0.86 min

Retorno 1.20 min

Ciclo total dos motoescrepas 3.76 min

Resistencia total acarreo

$$R_{11} = 76,100 \times 10\% = 7,610 \text{ kg}$$

Resistencia total retorno

$$R_{12} = 29,100 \times 15\% = 4,365 \text{ kg}$$

Fuerza de tracción disponible

Coefficiente de tracción = 0.50 (Ver tabla No. 9)

IDA - F.T. = 0.50 X 76,100 = 38,050 kg

REG.- F.T. = 0.50 X 29,100 = 14,550 kg

F.T. R.T. OK (en acarreo ó retorno)

Producción por dos motoescrapas

Ciclos/hora = 60 min / 3.76 min = 16 Ciclos

Carga estimada = 2 (33.6 m³ s X 0.85) = 57.0 m³ en b

Producción/hora = 57.0 X 16 = 912.0 m³ en b/ hora

Factor de eficiencia 0.75 (45 min/hora)

Producción esperada = 912.0 X 0.75

= 684.0 m³ en b/hora

C A P I T U L O I V

E S T U D I O C O M P A R A T I V O D E C O S T O S E N T R E M O T O E S C R E P A S Y O T R O S E Q U I P O S

A continuación se dan interesantes datos de producción y estimación de costos unitarios para diferentes equipos de movimiento de tierras en un mismo trabajo.

Las opciones de equipo son las siguientes:

- A) Motoescropa CAT 621-B y tractor CAT D8K
- B) Motoescrapas de tiro y empuje CAT 657-B
- C) Tractor CAT D8K, cargador CAT 977 L y camiones F500

El trabajo consiste en el retiro de la capa natural del terreno para la construcción de la pista de un aeropuerto (superficie = $800,000 \text{ m}^2$). Dicha capa no es adecuada para el desplante del terraplen ni para su utilización en la construcción del mismo debido a su contenido de material de alta plasticidad. Su espesor según proyecto es de 0.40 m.

El material debe ser retirado a una distancia promedio de 1,200 m. que es donde se encuentra el tiro autorizado. El camino es una terracería bien conservada y

sera reparada cuantas veces sea necesario para su buena conservación durante la obra; tiene en los primeros 400 metros una pendiente favorable del 10%, despues durante 500 metros esta a nivel y durante los 300 metros últimos tiene una pendiente desfavorable del 8%.

El material por extraer se considera, para fines de estimación, una arcilla con grava seca con densidad= 1,660 kg/m³ B y coeficiente de variacion volumétrica= 0.85

La altitud promedio del lugar es de 1,500 metros sobre el nivel del mar por lo consiguiente todos los equipos no son afectados por alguna disminución en su potencia (manual Caterpillar).

Opción A

Extracción, carga y acarreo con motoescrepas Modelo CAT 621-B con potencia= 330 HP y tractor cargador Modelo CAT D8K con hoja topadora amortiguada con potencia= 311 HP.

Costos Horarios (Mayo 1983)

Motoescrepa CAT 621-B.....	\$24,900.00
Tractor CAT D8-K.....	\$20,350.00

Estimación de la Necesidad de Equipos (1983)

Capacidad de la Motoescrepa CAT 621-B = 40.00 m³/hr

P.C. = 15.3 X 0.85 X 1,660

P.C. = 21,590 kg

Peso maq. vacia = 23,500 kg

Peso maq. cargada = 50,090 kg

Ciclo de la máquina

Tiempos fijos

carga 0.6 min

Ver Tabla No. 11

descarga y maniobras 0.7 min

Tiempos variables (ver Figuras Nos 12 ; 13)

Ida (cargada)

Tramo (M)	F.R.R. (%)	F.R.P. (%)	F.R.T. (%)	Velocidad (km/H)	(M/Min)	Tiempo (Min)
0 A 400	5.0	- 10.0	- 5.0	36	600	0.67
400 A 900	5.0	0.0	+ 5.0	32	533	0.94
900 A 1,200	5.0	+ 8.0	+13.0	10	167	1.80
					Total	3.41

Regreso (vacía)

Tramo (M)	F.R.R. (%)	F.R.P. (%)	F.R.T. (%)	Velocidad (km/H)	(M/Min)	Tiempo (Min)
0 A 300	5.0	- 8.0	- 3.0	48	800	0.38
300 A 800	5.0	0.0	+ 5.0	32	533	0.94
800 A 1,200	5.0	+10.0	+15.0	12	300	1.33
					Total	2.65

FIGURA No 12

GRAFICA DE PENDIENTE-VELOCIDAD-TRACCION
DE LA MOTOSCREPA MODELO CAT 621-B .

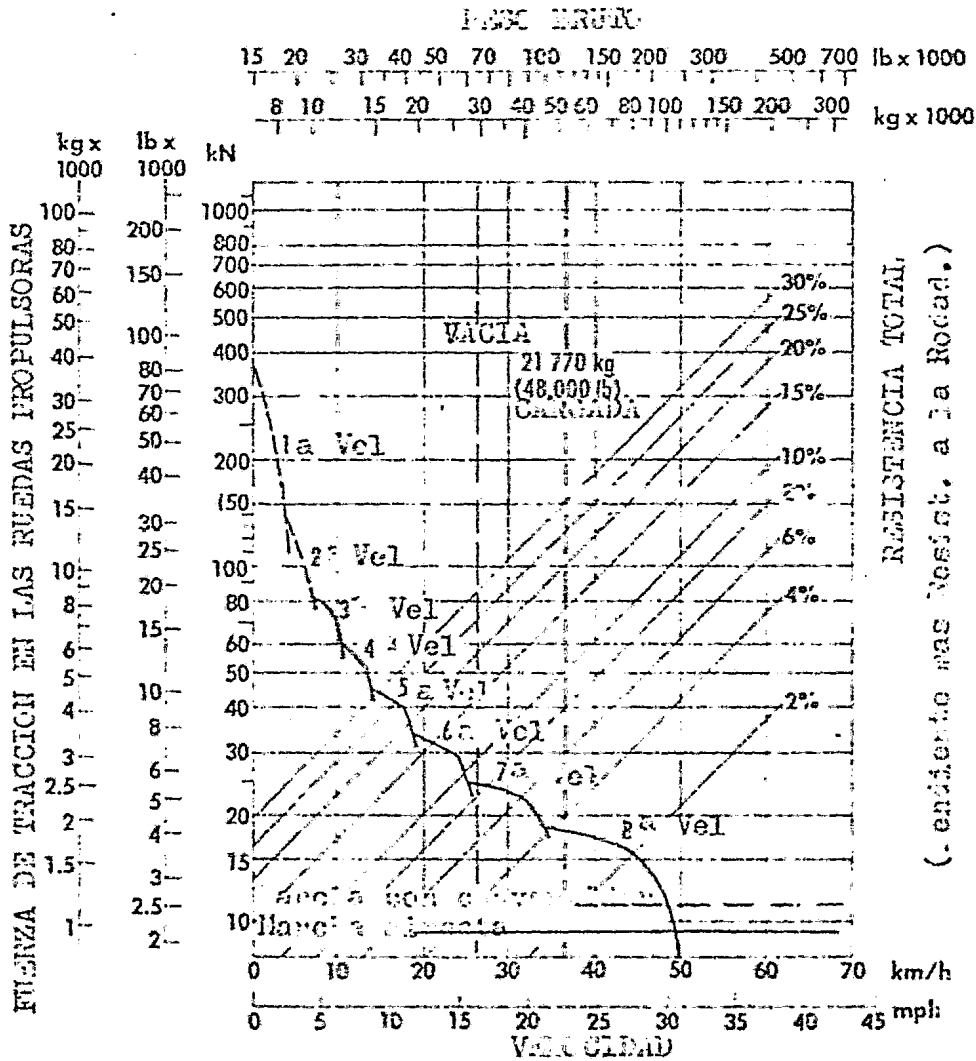
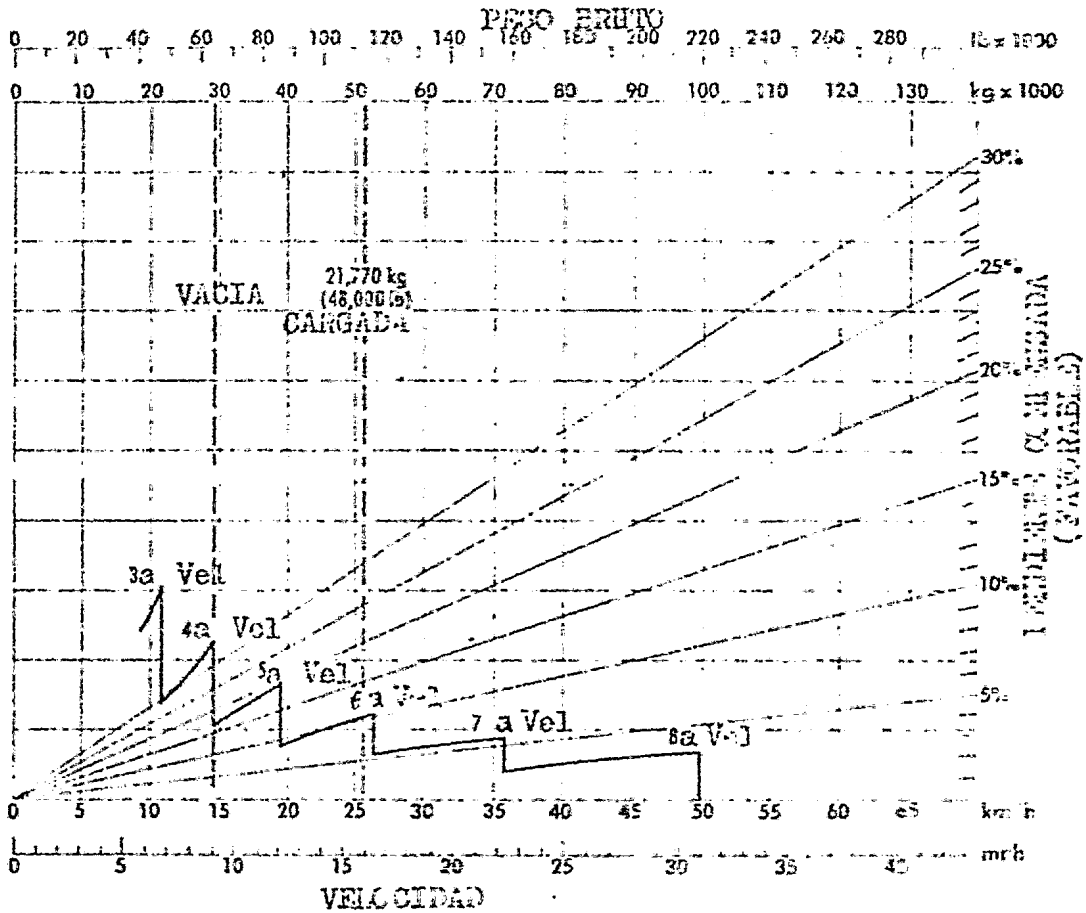


FIGURA No 13

GRAFICA DEL RETARDADOR DE LA
MOTOCREPA MODELO CAT. 621-B



Ciclo motoescropa= tiempos fijos + tiempos variables

$$= (0.6 + 0.7) + (3.41 + 2.65)$$

$$= 7.36 \text{ Min.}$$

Revisión de la tracción

Máximo F.R.T.=15.0%

Coefficiente de tracción= 0.5 = 50%

Coef. tracción > F.R.T. OK

Ciclo tractor (datos del manual Caterpillar)

Impulso 0.6 min.
 regreso y maniobras 1.2 min.
 Total 1.8 min.

El número de motoescrapas por cada --
 tractor se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Ciclo motoescropa}}{\text{Ciclo tractor}} = \frac{7.36}{1.8} \approx 4 \text{ motoescrapas}$$

Producción estimada

Ciclo (min)	No. de ciclos/hora	capacidad (m ³ en b)	K ³ en b/h
7.36	8.15	13.00	106

(capacidad de la motoescropa CAT 521-B Colmada= 15.3 m³)
 (capacidad en banco 15.3 X 0.85 (C.V.V.)= 13 m³ 3n b)

Producción real

Producción estimada X factor de eficiencia X

No. de motoescrapas=

$$106 \text{ m}^3 \text{ en b X } 0.7 \text{ X } 4 =$$

Producción real

$$297 \text{ m}^3 \text{ en b/h}$$

Tiempos fijos

carga 1.0 min
descarga y maniobras 0.7 min

Ver Tabla No. 11

Tiempos variables

Ida (cargada)

Tramo (M)	F.R.R. (%)	F.R.P. (%)	F.R.T. (%)	Velocidad (km/H)	(m/min)	Tiempo (min)
0 - 400	5.0	-10.0	-5.0	52	867	0.46
400 - 900	5.0	0.0	+ 5.0	37	617	0.81
900 -1,200	5.0	+ 8.0	+13.0	15	250	1.20
					Total	2.47

Regreso (vacía)

Tramo (M)	F.R.R. (%)	F.R.P. (%)	F.R.T. (%)	Velocidad (km/H)	(m/min)	Tiempo (min)
0 - 300	5.0	-8.0	-3.0	52	867	0.35
300 - 800	5.0	0.0	+ 5.0	52	867	0.58
800 -1,200	5.0	+10.0	+15.0	20	333	1.20
					Total	2.13

Ciclo = Tiempos fijos tiempos variables
= (1.0+ 0.7) +(2.47 +2.13)
= 6.30 min

Revisión de la tracción

Máximo F.R.T. = 15.0 %

Coefficiente de tracción= 0.5 = 50%

Coeff. de tracción > F.R.T. OK

Producción estimada

Ciclo (min)	No. de ciclos/hora	capacidad (m ³ en b)	m ³ en b/h
6.30	9.52	28.57	272

(capacidad de la motoescrepa CAT 657-B Colmada= 33.6 m³s)

(capacidad en banco 33.6 X 0.85 (C.V.V.)= 28.57 m³ en b)

Producción real

Producción estimada X factor de eficiencia X No. de Motoescrepas=

	Producción real
272 m ³ en b X 0.7 X 2 =	381 m ³ en b

Costo del conjunto

Motoescrepa CAT 657-B

Costo horario

\$ 55,396.50

X 2

\$110,793.00

Costo del m³ en banco extraído y acarreado en la Opción B

Costo horario del conjunto

Producción real por hora

$$\frac{\$110,793.00/H}{381 \text{ m}^3 \text{ en b/h}} = \$290.80 \text{ m}^3 \text{ en b}$$

Opción C

Extracción, carga y acarreo con un cargador CAT 977 L, camiones F600 y tractor CAT DSK.

Costos horarios (mayo 1983)

Tractor CAT DSK-SU.....	\$ 20,350.00
Cargador CAT 950	\$80,180.00
Camión F600	\$ 1,250.00

Extracción y Avilamiento del Material

Producción del tractor CAT DBK-8U

(según manual Caterpillar)

para acarreo promedio de 30 m

Producción máxima no corregida 830 m³ s/h

factores de corrección

por tipo de material 0.80

por pendiente 1.00

por eficiencia del trabajo 0.84

por densidad 1360/1660

por hoja 1.00

Producción (P)

$$P = 830 \times 0.80 \times 1.00 \times 0.84 \times \left(\frac{1360}{1660} \right) \times 1.00$$

$$P = 457 \text{ m}^3 \text{ s/h}$$

$$P = 457 \times 0.85 \text{ (C.V.V.)}$$

$$P = 388 \text{ m}^3 \text{ ex. b/h}$$

Ganancia del material a camiones

Equipo cargador CAT 950 con cucharón de 3.5 yd³ (2.68 m³)

Factor de acarreo..... 0.85

Distancia de acarreo..... 50.00 m

<u>Ciclo</u>	(Min)
Ciclo básico	0.40
Incremento por tipo de material	0.03
Carga a camión	0.04
Por operaciones continuas	<u>0.03</u>
Total	0.50

ciclos por hora

$$\frac{60 \text{ min}}{0.50 \text{ min}} \times 0.85 \text{ (F.E.)} = 102 \text{ ciclos}$$

Producción (P)

$$P = 2.68 \times 0.80 \times 102$$

$$P = 218 \text{ m}^3 \text{ s}$$

$$P = 218 \times 0.85 \text{ (C.V.V.)}$$

$$P = 186 \text{ m}^3 \text{ en b}$$

Acarreo del material en camión

Equipo camión F600 con capacidad de 6m^3 s

Ciclo

El camión se llena de 3 "botazos"

$$\text{carga } \frac{0.50}{0.85} \times 3 = 1.76 \text{ min}$$

$$\text{descarga y maniobras} = 1.00 \text{ min}$$

acarreo

$$\text{velocidad cargado } 25\text{km/h} = 417\text{m/min}$$

$$\text{tiempo de acarreo } \frac{1,200 \text{ m}}{417 \text{ m/min}} = 2.88 \text{ min}$$

retorno

$$\begin{aligned} \text{velocidad vacio} & 40 \text{ k/h} & = & 667 \text{ m/min} \\ \text{tiempo de retorno} & \frac{1,200 \text{ m}}{667 \text{ m/min}} & = & \underline{1,80 \text{ min}} \\ \text{Total} & & = & 7.44 \text{ min} \end{aligned}$$

El número de camiones por cada cargador se obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{\text{ciclo del camión}}{3 \text{ ciclos del cargador}} = \frac{7.44}{1.50} = 5 \text{ camiones}$$

Costo del m³ en banco extraído y acarreado en la Opción C

Para calcular el costo mínimo necesitamos estar seguros de que están reducidos al máximo los tiempos muertos del conjunto.

Máquina	Actividad	Producción
Tractor D3K	apilamiento de material	388 m ³ en h/h
Cargador 950	carga a camión	186 m ³ en h/h

Para calcular el número de cargadores para que el tractor tenga tiempos muertos mínimos se procede del siguiente modo.

$$\frac{\text{Producción del tractor}}{\text{Producción del cargador}} = \frac{388}{186} = 2$$

Maquinaria que se ocupará	cantidad
Tractor CAT DSK	1
Cargador CAT 950 (3.5 yd ³)	2
Camión F600 (6.0 m ³)	10

Costo de conjunto

	Costo Horario
Tractor CAT DSK	\$ 20,350.00
Cargador CAT 950 (3.5 yd ³) (2)	\$ 40,350.00
Camión F600 (6.0 m ³) (10)	\$ <u>12,500.00</u>
Total	\$ 73,210.00

Costo del m³ en banco

Costo Horario del Conjunto
Producción real por hora

$$\frac{\$ 73,210.00/H}{308 \text{ m}^3 \text{ en b/h}} = \$ 188.70 \text{ M}^3 \text{ en b.}$$

CAPITULO V

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

En este estudio se ha tratado de --
conocer uno de los muchos equipos que utilizamos para el movimiento de tier.as.

Desde el punto de vista de ingenieria en donde debemos fijar nuestra atencion en forma fundamental, es en el aspecto económico, para esto es esencial conocer la maquinaria en todos sus aspectos.

Para lograr nuestro objetivo se debiera poner atencion desde la compra de la misma hasta el tiempo en que debamos reemplazarla.

el principal problema que se enfrenta el constructor es la elección de la maquinaria adecuada por lo que debiera de hacer el analisis para poder establecer elementos de comparación y optimización y así seleccionar la maquina que realice el mayor numero de trabajos con la mayor -- eficiencia y productividad, es decir que dé como resultado el costo mas bajo por unidad de material rovido.

En este trabajo los resultados obtenidos del análisis son reales para su momento, pero no son representativos, ni son determinantes para tomarlos como generalizados para este tipo de movimiento de tierras. Esto se debe a la situación que está predominando en esta época en nuestro país.

T A B L A S .

TABLA No 1.
GUIA PARA ELEGIR EL PERIODO DE AMORTILACION
BASADO EN LAS CONDICIONES DE APLICACION Y
OPERACION.

<p>ZONA A : Acarreo a nivel o cuesta bajo en buenos caminos. Sin impactos. Materiales de facil carga.</p>	<p>12,000 HORAS</p>
<p>ZONA B : Condiciones deversas en la carga y en los caminos de acarreo. Pendientes favorables y adversas. Algunos impactos. Diversos trabajos en construcción de carreteras.</p>	<p>10,000 HORAS</p>
<p>ZONA C : Aplicaciones con fuertes impactos tales como en la carga de rocas desgarradas.-- Sobrecarga. Resistencia continua al rodado y en pendientes. Caminos de acarreo escabrosos.</p>	<p>8,000 HORAS</p>

TABLA No. 2.
GUIA PARA CALCULAR LA RESERVA
DE REPARACIONES POR HORA.

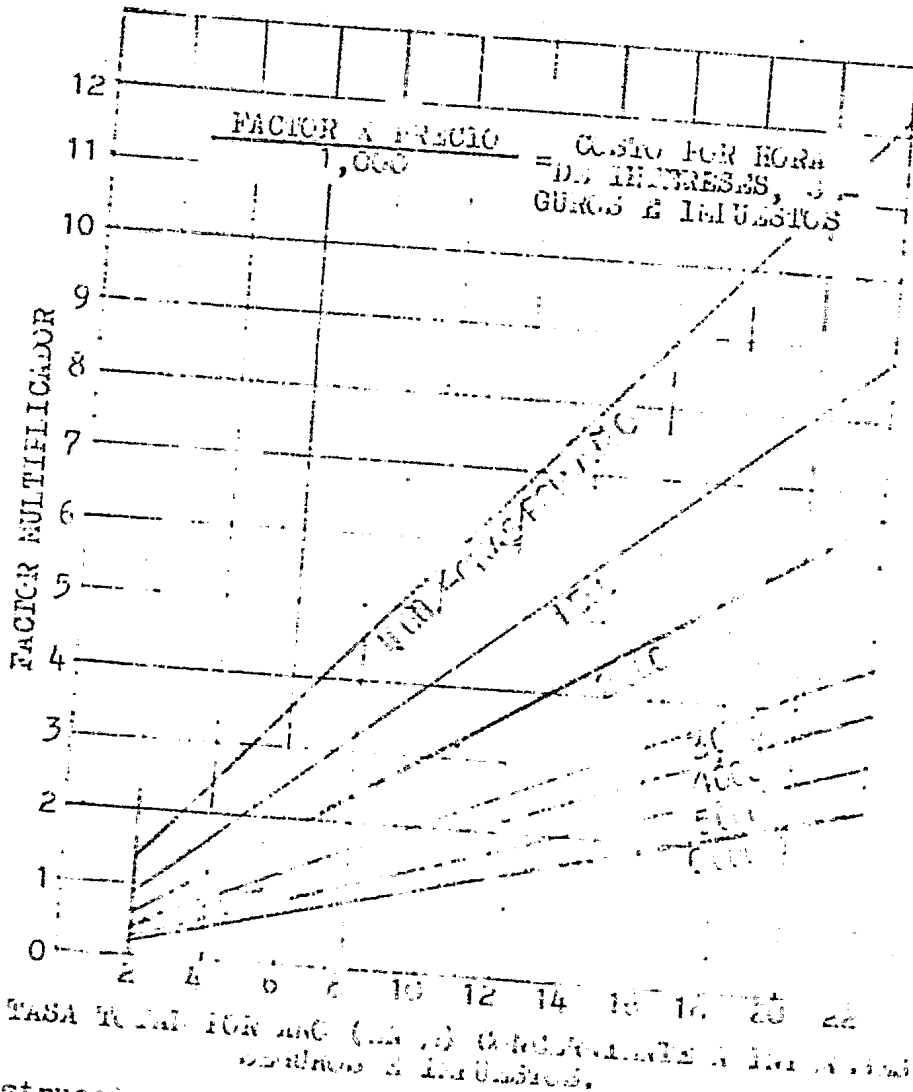
Para estimar el costo de reparaciones por hora elija el factor multiplicador adecuado y utilicelo como se indica en la formula siguiente:

Factor de Reparación X (Precio de entrega menos Precio de Neumaticos ÷ 1,000 = Reserva por hora.

	Condiciones de operación		
	ZONA A	ZONA B	ZONA C
FACTOR MULTIPLICADOR	0.07	0.09	0.15

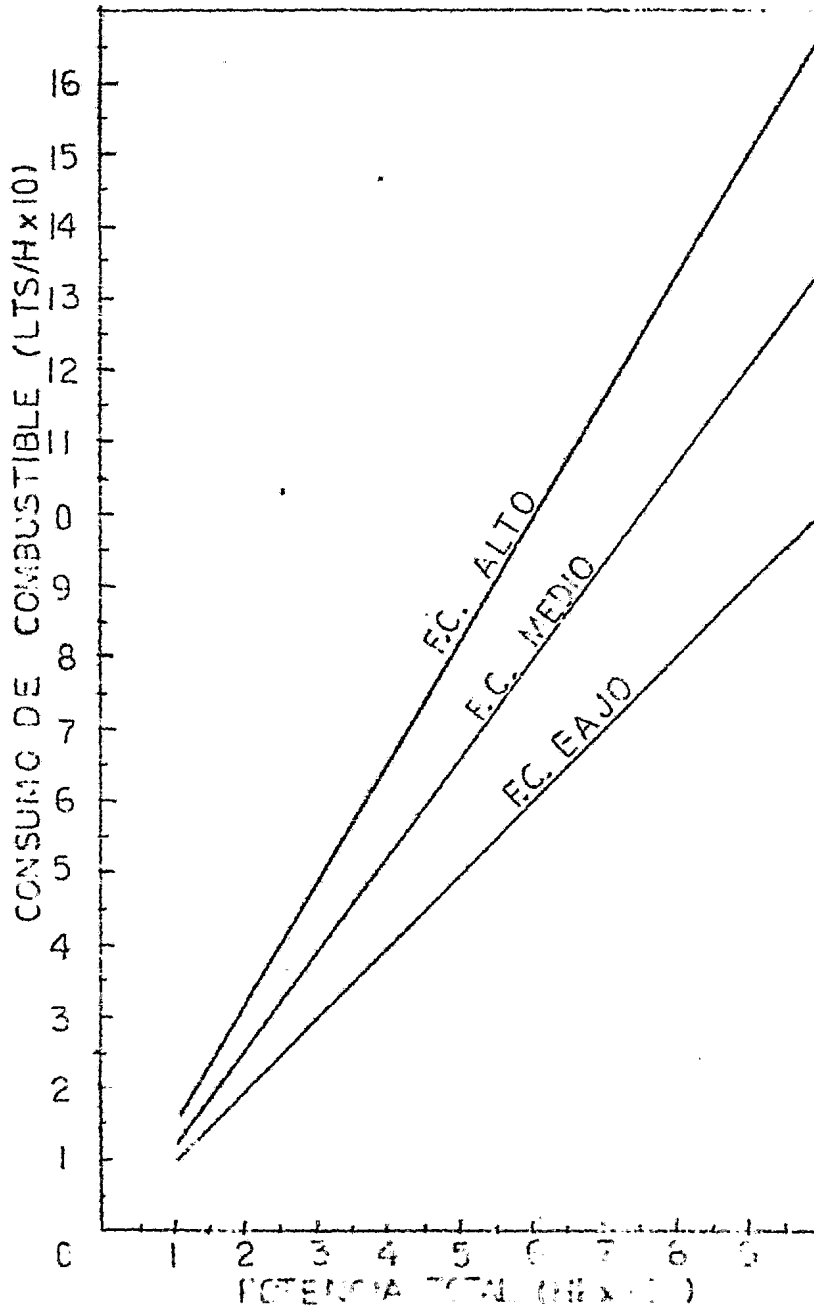
*Las descripciones de las condiciones de operación se hallan en la Tabla No 1 de esta misma página.

TABLA No 3.
GUIA PARA ESTIMAR LOS COSTOS POR HORA DE
INTERESES, SEGUROS E IMPUESTOS



Instrucciones: Para hallar los costos por hora de inter-
 ses, seguros e impuestos, conviene por la escala inferior de la
 tabla, con las tasas totales por año, encontrar el punto correspon-
 diente hasta su intersección con la línea que representa el costo
 por hora horizontalmente hacia la izquierda hasta la escala
 de factores multiplicadores.

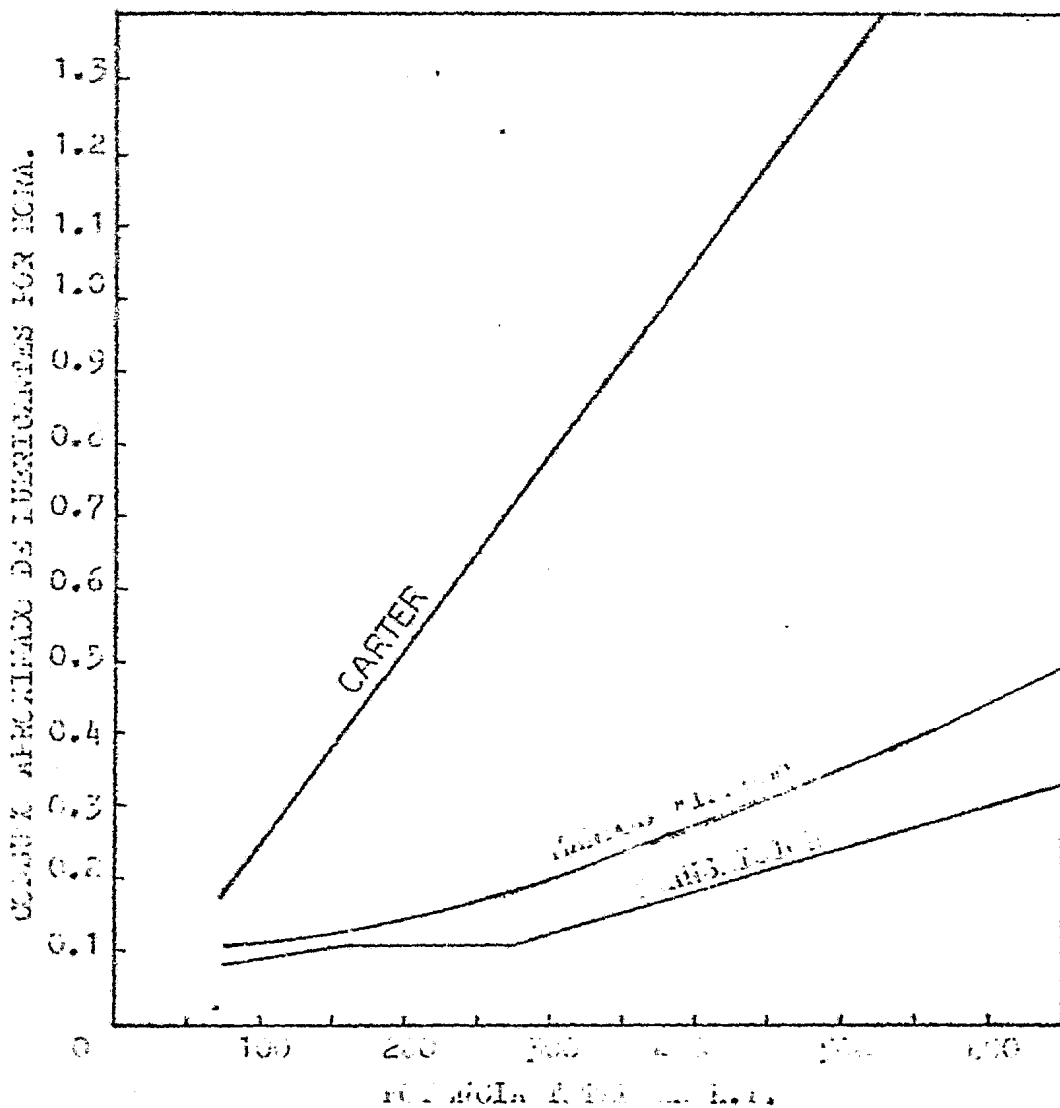
TABLA No 4.
 TABLA SOBRE CONSUMO DE COMBUSTIBLE



GUIA SOBRE EL EFICAZ DE CARGA (P. C.)

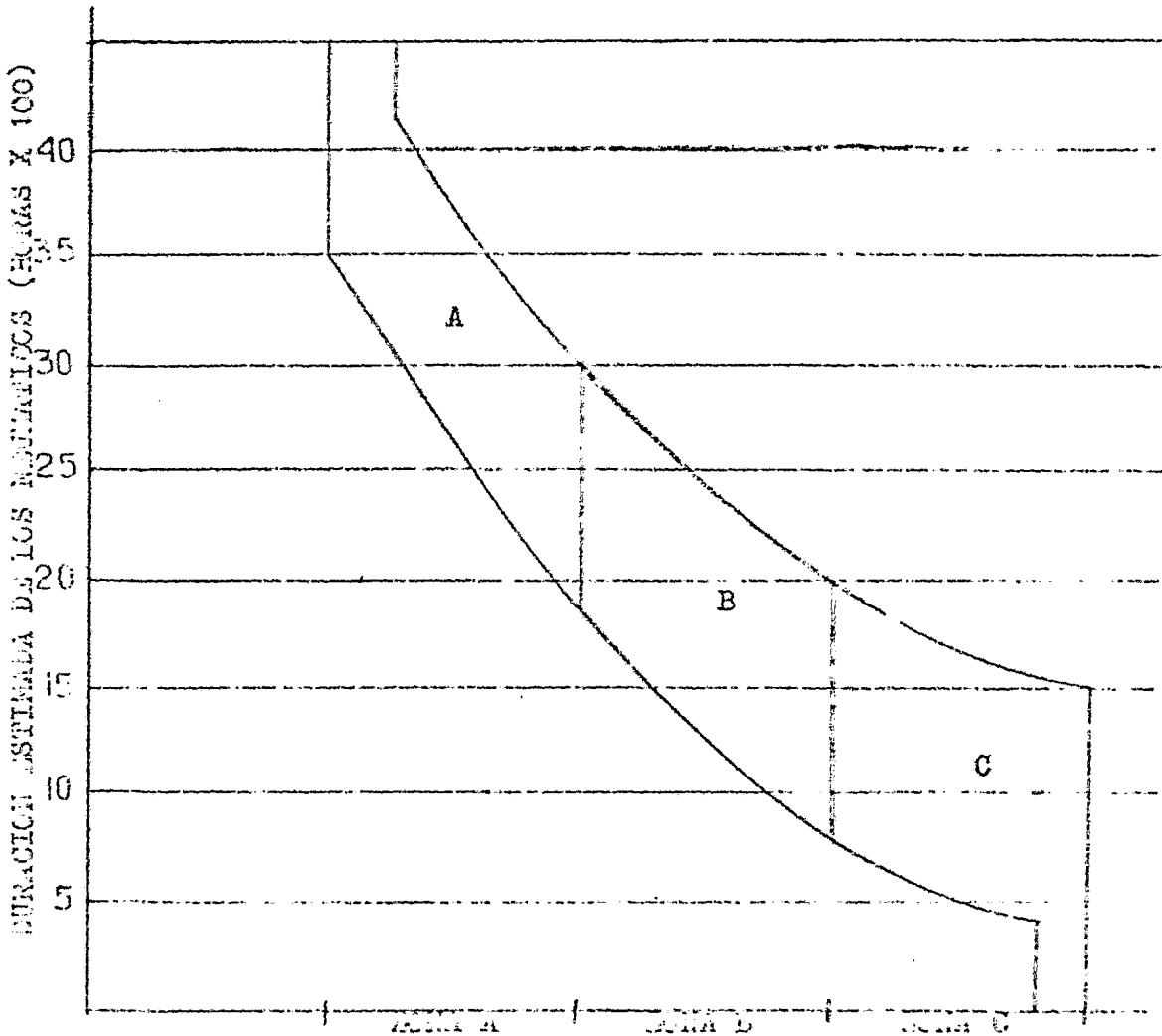
- ALTO: La resistencia total es continua y ciclo constante.
- MEDIO: Empleo usual en construcción de carreteras.
- BAJO: Uso corriente, pero con frecuentes periodos de marcha en vacío o cuenta atrás y baja resistencia a la rotación.

TABLA No 5.
 CONSUMO APROXIMADO DE LUBRICANTES POR HORA



* Cuando se trabaja con polvo espeso y con tiempo prolongado o a las condiciones aumentadas en un 25%.

TABLA No 6.
 ESTIMADOR DE LA DURACION DE LOS PNEUMATICOS



--Las graficas no consideran la duracion adicional con recomendado. Se supone que los neumaticos se utilizan hasta que no sirven, si bien esto no se recomienda en todos los casos.

--Se basa en neumaticos estandar de maquina. Los neumaticos optativos, ascendera o descendera la trayectoria de la curva.

--Zonas de utilizacion:

Zona A: Trabajos en los cuales se desgasta completamente, a causa de la abrasion la banda de rodadura de cada tope de los neumaticos.

Zona B: Trabajos en los cuales algunos neumaticos se desgastan completamente, pero otros fallan prematuramente a causa de los cortes causados por las rocas o por los bordes y quiebros que no tienen reparacion.

Zona C: Trabajos en los cuales todos los neumaticos fallan completamente en ciertos casos, pero hay otros que duran un tiempo antes a causa de las condiciones especiales de trabajo.

T A B L A N o . 7

DENSIDAD Y COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICOS
DE ALGUNOS MATERIALES MAS COMUNES

MATERIAL	DENSIDAD (KG/M ³)	COEF. DE VAR. VOL.
BAUXITA	1900	0.75
CALICHE	2250	0.55
CENIZA	860	0.66
CARNOTITA, MINERAL DE URANIO	2200	0.74
ARCILLA NATURAL	2020	0.82
SECA	1840	0.81
MOJADA	2080	0.80
ARCILLA Y GRAVA SECA	1660	0.85
MOJADA	1840	0.85
ROCA 75% ROCA 25% TIERRA	2790	0.70
50% ROCA 50% TIERRA	2285	0.75
25% ROCA 75% TIERRA	1960	0.80
TIERRA APISONADA Y SECA	1900	0.80
EXCAVADA Y MOJADA	2020	0.79
MARGA	2545	0.81
GRANITO FRAGMENTADO	2730	0.61
GRAVA EN BRUTO	2170	0.89
SECA DE 2" A 4"	1690	0.89
SECA DE 1/4" A 2"	1900	0.89
MOJADA DE 1/4" A 2"	2255	0.89
ARENA Y ARCILLA	2020	0.79
ARENA SECA Y SUELO	1500	0.89
HUMEDA	1900	0.89
MOJADA	2280	0.89
ARENA Y GRAVA SECA	1630	0.89
MOJADA	2225	0.89

T A B L A N o . 2

FACTORES DE RESISTENCIA A LA
RODADURA EN CONDICIONES TÍPICAS

	Kg/t	(lb/t)
Un camino estabilizado, pavimentado, duro y liso, que ¹² cede bajo el peso, regado y conservado.	20	(40)
Un camino firme y liso, de tierra o con recubrimiento ligero que'cede un poco bajo la carga, reparado con bastante regularidad y regado.	35	(65)
Un camino de tierra con baches y surcos, que sede bajo la carga; se repara muy poco o nada y no se riega.	50	(100)
Un camino de tierra con baches y surcos, ---blando, sin estabilizar y que no se repara.	75	(150)
Un camino de arena o grava suelta.	100	(200)
Un camino blando, fangoso, con surcos y sin reparación.	200	(400)

T A B L A N o . 9

COEFICIENTES DE TRACCION ENTRE SUELO
Y RUEDAS CON NEUMATICOS

Concreto	0.90
Marga arcillosa seca	0.55
Marga arcillosa mojada	0.45
Marga arcillosa con surcos	0.40
Arena seca	0.20
Arena mojada	0.40
Cantera	0.65
Grava suelta	0.36
Tierra firme	0.55
Tierra floja	0.45

T A B L A N o . 1 0

DISMINUCION DE LA POTENCIA A CAUSA DE LA ALTITUD EN PORCENTAJE
DE LA POTENCIA EN EL VOLANTE DE CADA MOTOR EN LAS MOTOESCROPAS

Potencia en el volante	Altura sobre el nivel del mar (m)					
	0-750	750-1500	1500-2300	2300-3000	3000-3800	3800-4800
100-150	100	97	93	87	80	72
150-200	100	100	100	94	87	80
200-250	100	100	93	87	80	73
250-350	100	100	100	92	85	79
350-400	100	100	92	85	79	73
400-450	100	100	100	100	92	84
450-550	100	100	100	96	89	82
550-600	100	100	100	94	89	83

T A B L A N o . 1 1

TIEMPOS FIJOS TÍPICOS UTILIZADOS
PARA EL CÁLCULO DEL CICLO
DE LAS MOTOESCREPAS

Potencia (H.P.) Motoescrepa	Potencia (H.P.) Tractor empujador	Tiempo de carga (min)	Tiempo de dos maniobras y descarga (min)
150	autocargable	0.9	0.7
250	autocargable	0.9	0.7
330	300	0.6	0.7
330	autocargable	0.9	0.7
450 (dos motores)	300	0.6	0.6
450 (dos motores)	tiro y empuje	0.8	0.7
450 (un motor)	460	0.6	0.7
450 (un motor)	autocargable	0.9	0.7
550	920	0.6	0.7
700	920	0.6	0.7
700	tiro y empuje	0.9	0.7
700	autocargable	0.9	0.7
950	920	0.6	0.6
950	tiro y empuje	1.0	0.7

B I B L I O G R A F I A

EXCAVATION HANDBOOK.

CHURCH J.

MC GRAW HILL.

CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK.

CAT PUBLICATION.

CATERPILLAR TRACTOR CO.

PRODUCTION AND COST ESTIMATING OF MATERIAL
MOVEMENT WITH EARTHMOVING EQUIPMENT.

TEREX PUBLICATION.

GENERAL MOTORS CO.

SCRAPER PRODUCT MANUAL.

TEREX PUBLICATION.

GENERAL MOTORS CO.

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.

ING. CARLOS CHAVARRI MALDONADO.

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

ING FERNANDO FAVELA LOZCOYA.

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

H. L. NICHOLS.

C.E.C.S.A.

MAQUINARIA DE CAMINOS.

M. JULIÁN.