



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EQUIPO PESADO DE ACARREO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

Ramiro Quezada Cervantes



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.

I N D I C E

I.-	INTRODUCCION.- RELACION OBRA PASADA- EQUIPO	1
II.-	BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO PESADO DE ACARREO	
1.-	TRACTORES.- Tipos de cuchilla frontal, Bulldozer, Angledozer o Dozer.....	4
	Equipos adicionales que se le pueden adaptar al tractor. Tipos de tractores	5
	Coeficiente de eficiencia a la tracción. Tiempo de un ciclo ..	7
2.-	MOTOESCREPAS	8
	Tipos de motoescrepas: Estandar, De dos Motores, Tiro y Empuje (Push-Pull)	9
	Autocargables	11
3.-	CARGADORES.- Clasificación de los cargadores por la forma de efectuar la descarga	12
	Descarga frontal, lateral y trasera	12
	Clasificación por la forma de rodamiento	14
4.-	VOLTEOS, VOLQUETES, VAGONETAS Y DUMPTORS. Voteos, Volquetes	15
	Vagonetas	16
	Dumptors	17
III.-	DESCRIPCION DE METODO PARA CALCULAR-RENDIMIENTO.	
	Uso y productividad de los equipos de acarreo. Ciclo de trabajo	18
	Rendimiento	20
	Eficiencia	22

TRACTORES. - Problema de ejemplo	24
MOTOESCREPAS.- Uso de las graficas - Fuerza de Tracción -Velocidad- Pen- diente total. Velocidad máxima ac- cesible, Fuerza de Tracción, Pen- diente total efectiva. Uso de las - gráficas del retardador, Pendiente- compensada	30
Uso de las gráficas del tiempo de - acarreo	39
CAMIONES PARA FUERA DE CARRETERA	40
Problema de ejemplo. Comparación en tre una motoescrepa 623B y el con- junto cargador 988-camión 769C. 1a. alternativa motoescrepa Cat. 623B..	41
2a. alternativa cargador 988B-ca- mión 769C	48
Comparación entre las motoescrepas- 613B y 623B para determinar la for- ma más económica de hacer el aca- rreo	53
Para el caso de que solo se cuente- con camiones. Comparación entre -- dos camiones, un 769C y un 773C pa- ra determinar la forma más económi- ca de hacer el acarreo entre estos.	55
CONCLUSION GENERAL	57
Apéndice	59
Bibliografía	83

I. INTRODUCCION.- RELACION OBRA PESADA-EQUIPO.

En las grandes obras de construcción de nuestros días los movimientos de tierras son cada vez más grandes tanto en carreteras como en aeropuertos y presas por lo tanto éstos son de gran importancia tanto económica como técnicamente hablando.

En las grandes construcciones es necesario la utilización de maquinaria para buscar -- el abatimiento de los costos de construcción -- así como la rapidez de efectuar un trabajo en el cual se utilizaría demasiado personal y un gran esfuerzo físico. Actualmente la ingeniería moderna cuenta con una gran diversidad de equipo, llegando inclusive a la especialización, existiendo un tipo de maquinaria capaz de desarrollar cada uno de los trabajos presentados, y desde luego a mucho menor costo que cualquier otra forma existente para el desarrollo del mismo.

Nuestra labor la enfocaremos principalmente a las grandes construcciones donde se utiliza en gran escala el equipo pesado de acarreo, para el cual existe una gran diversidad de equipo en el mercado.

El criterio a seguir en la selección -- económica de una maquinaria, consiste en tomar como base el costo unitario de producción y no únicamente la inversión inicial ni los cargos fijos de operación. Consideraremos cada máquina como una herramienta de trabajo, diseñada para satisfacer determinados objetivos específicos, procurando en lo posible utilizar maquinaria de tipo estandar.

Como se menciono anteriormente uno de los elementos más importantes que intervienen en las grandes construcciones es la maquinaria, ya que sin ella la mayor parte de los conceptos de una obra de construcción pesada no serian -- realizables ni en el tiempo ni a los costos que con ella se logran. El mal uso de la maquinaria y equipo de construcción por falta de conocimiento del mismo, puede ser causa de graves problemas tanto técnicos como económicos. Por tal motivo es conveniente que el ingeniero constructor este familiarizado con la maquinaria y equipo ya que estos van a ser sus instrumentos de trabajo.

El ingeniero que se ocupa del movimiento de tierras tiene que planear anticipadamente el equipo a utilizarse en el proceso, esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas en ciertas combinaciones que él sabe le produciran la obra de acuerdo con el diseño. Se le presentan pues varias alternativas, una de las cuales escogera para realizar las obras. Por lo tanto en todo análisis es necesario tener conocimiento de los objetivos por alcanzar, asi como la capacidad requerida para lograrlos y al mismo tiempo definir previamente los objetivos y sus necesidades asi como los elementos y el tiempo de que disponemos para alcanzarlos; maximizando los beneficios y la calidad requerida, y minimizando los costos, el tiempo y el esfuerzo para realizarlos.

Pensando en lo anterior he decidido desarrollar como trabajo de tesis un estudio de el equipo pesado de acarreo.

Mi intención es hacer una exposición -
accesible y sencilla deseando que pueda ser de-
cierta utilidad a mis compañeros que se inician
en la construcción y a todos los relacionados -
con ella y con el afan de familiarizarme yo mis-
mo con el equipo durante el tiempo en que lo --
desarrolle.

II.- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO PESADO DE ACARREO.

1.- TRACTORES:

Son las máquinas más versátiles en la construcción, ya que tienen multitud de usos tales como: mover cargas empujándolas o jalándolas, como montura para cuchillas, plumas laterales, cucharones de carga frontales, etc.

Según el tipo de cuchilla frontal pueden ser:

- "S" (standar).- Cuchilla recta para bulldozer.
- "U" (universal).- Cuchilla recta para bulldozer, mayor que la standar, sirve para empujar tierra.
- "a" (angulable).- Angledozer (giro horizontal).
- "A" (amortiguadora).- Para empujar motoescrepas.

a).- Bulldozer o dozer, equipado con cuchilla recta.

Son tractores que llevan una cuchilla perpendicular a la dirección de avance, teniendo solo movimiento vertical. Cuando se trata de empujar material producto de excavación o para relleno, es más económico, más eficiente y tiene mejor balanceo porque su cuchilla está montada más cerca del frente, comparada con el angledozer.

b).- Angledozer o Dozer equipado con cuchilla angulable.

Son tractores que llevan montada una --

cuchilla con la propiedad que este puede formar un ángulo de 60° con respecto a la dirección de avance, así mismo puede inclinar su cuchilla de un lado con respecto al otro, por lo que podrá empujar el material hacia adelante y a un lado.

El angledozer produce en el tractor un balanceo deficiente con respecto al bulldozer - debido a que la cuchilla está más retirada del frente, por lo que es menos eficiente que usándola en posición recta, como bulldozer.

El angledozer es un tractor muy empleado en trabajos de media ladera.

El accionamiento de la cuchilla tanto en bulldozer como en angledozer es por controles hidráulicos.

Los equipos adicionales que además de las cuchillas anteriores se pueden adaptar al tractor son:

i) Hoja Rome, que es especial para desmontes.

ii) Rastrillo desenraizador: cuenta con 10 dientes los cuales son encajados en el terreno y van rompiendo todo tipo de raíces que encuentran en su camino.

iii) Cucharones frontales: para usarse como excavador o cargador.

iv) Arado (ripper), cuando se trabaja en lugares donde la dureza del material impide la carga de las escrepas, es necesario usar el arado para aflojar el material.

Los tractores pueden dividirse en dos tipos principalmente:

Tractor de Orugas (montado sobre orugas).
Tractor de llantas (montado sobre neumáticos).

Las ventajas que tiene el tractor de llantas sobre el de orugas son:

1o. Se obtienen mayores velocidades de avance.

2o. Mayor rendimiento a distancias considerables de viaje.

Desventajas

1o. Menor esfuerzo tractivo.

2o. En superficies rocosas se dañan considerablemente las llantas.

COEFICIENTE DE EFICIENCIA A LA TRACCION.

Es la relación entre la fuerza tractiva generada por el motor en el momento en que las orugas o las llantas empiezan a patinar y el peso sobre el eje motriz.

Para suelos en condiciones normales, los tractores de orugas tienen una fuerza tractiva máxima de 85% del peso del tractor. En cambio, en las mismas condiciones para tractores con llantas neumáticas, solamente el 55% del peso en las ruedas motrices se utilizara como fuerza tractiva.

TIEMPO DE UN CICLO: Es el tiempo necesario para hacer un viaje de ida y vuelta incluyendo las operaciones de empuje, paradas y retroceso.

Tiempo de un ciclo = Tiempos fijos + --
tiempos variables.

Tiempos fijos: carga, descarga, aceleración, cambios de velocidad.

Tiempos variables: acarreo y regreso, -
pues estos varían con la distancia y la velocidad.

2.- MOTOESCREPAS:

Para efectuar movimiento de tierras -- existen varios tipos de máquinas, siendo las mo^{to}escrepas las que mayor demanda han tenido últimamente sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las terracerías a -- distancias que oscilan entre 200 y 3000m debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también carga--dor y vagoneta, independientemente de otras ven^tajas de carácter técnico tales como la coloca^ción del material en capas de espesores controlables que permiten un mejor control en la cali^dad de la construcción de terraplenes, un mejor control en los acabados de cortes, etc.

Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes. Una caja metálica reforzada soportada por un eje con dos ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede -- bajar o subir mediante un mecanismo hidráulico, una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el -- material, una placa móvil (metálica) en la parte interior, la cual al desplazarse hacia ade--lante permite desalojar el material contenido - en la caja. Todo este conjunto es jalado median^{te} un tractor de ruedas neumáticas que puede -- ser de uno o dos ejes, los controles de opera^ción se encuentran en dicho tractor.

Para realizar el corte, baja la caja -- presentando la cuchilla contra el terreno, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 0.30 m. en motoescrepas de 11.0 a 20.0 m³ - y del orden de 0.50 m en las de mayor tamaño. . De acuerdo con la profundidad del corte y el --

ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total de la caja. Una vez llena la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo, llegando al sitio de descarga la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante, esta actividad se realiza en movimiento y se ira extendiendo el material en una longitud y con un espesor de acuerdo con la abertura de descarga.

En México, por la característica de las obras sobre todo en carreteras y por los criterios de utilización de equipo las motoescrepas predominantes son las de 14, 18 y en algunos casos las de 24 yd³.

Todos estos modelos estan diseñados para mover todo tipo de materiales con excepción de roca. Para el caso que se requiera utilizar se para roca existe una caja reforzada especialmente y es usada en las motoescrepas estandar o de potencia Tandem. La roca deberá ser muy bien tronada o también para materiales no muy duros que requieran ser arados.

Algunas motoescrepas de las más modernas están siendo fabricadas con tracción en todas sus ruedas. En algunos tipos de motoescrepa esto se logra con motores electricos acoplados directamente a las ruedas. Otras traen otro motor de combustión, aparte del tractor, con el cual accionan las ruedas traseras.

Las Motoescrepas Estandar. - Tienen un solo motor en el tractor que puede ser de uno o

dos ejes con ruedas neumáticas, para ser cargados requiere de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador. Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o largas con bajas pendientes y caminos de acarreo en buenas condiciones. Trabajan generalmente en grupos de 2,3 ó 4 unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

Las Motoescrapas de dos Motores.- Se utilizan al igual que las motoescrapas estandar en distancias intermedias o largas pero debido a su mayor potencia se adapta para fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de carga siendo recomendable el uso del tractor empujador. Sin embargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

Las Motoescrapas de Tiro y Empuje (Push-Pull).- Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrapas de dos motores, abarcando la extensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrapas.

Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

- i) Se elimina el tractor empujador.
- ii) Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de escrapas convencionales y el empujador.
- iii) No se carga al costo el tiempo perdido del empujador.
- iv) Debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como en las convencionales.

- v) Es un equipo balanceado con menor inversión.
- vi) El costo por el arreglo consistente en un refuerzo especial en los bastidores y el cuello de ganso más el sistema de enganche representa tan solo de un 6 a un 7 % de la inversión de una motoescrepa de 2 motores.

Las Motoescrepas Autocargables. - Con mecanismo elevador funciona mediante un sistema de paletas elevadoras las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requiere de tractor empujador, se usan para materiales suaves, son muy útiles para excavar en arenas donde el material es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrepas, su utilización está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves.

3.- CARGADORES:

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. La necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, - es decir, un tractor cargador que proporcionase:

- a) Mayor producción.
- b) Menor costo de funcionamiento.
- c) Mayor movilidad.
- d) Más facilidad de servicio.

Para esto fue necesario desarrollar, motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos más eficaces, en el caso de cargadores con llantas estas deberían de ser más grandes y con base más ancha, diseñadas para suministrar la tracción y flotación necesaria.

Los cargadores son equipo de excavación y carga para servir a equipos de acarreo.

Por conveniencia podemos clasificar a los cargadores desde dos puntos de vista: en cuanto a su forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

1.- Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en:

- a) Descarga Frontal.
- b) Descarga Lateral.
- c) Descarga Trasera.

DESCARGA FRONTAL. - Estos son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o-

bote hacia la parte delantera del tractor, accionándolo por medio de gatos hidráulicos.

Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. También se usa con frecuencia en rellenos de zanjas y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

DESCARGA LATERAL. - Los de descarga lateral tienen un gato adicional que acciona al bote volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Esto tiene como ventaja que el cargador no necesita hacer tantos movimientos para colocarse en posición de cargar al camión o vehículo que se desee, sino que basta que se coloque paralelo al vehículo. Su uso solo se justifica en condiciones especiales de trabajo, por ejemplo; en sitios donde no hay mucho espacio para maniobras, como en rezaga de tuneles de gran sección, o en cortes largos de caminos, ferrocarriles o canales, excavación de lumbresas, etc.

DESCARGA TRASERA. - Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En estos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión, tolva, banda transportadora, etc.

Este tipo de cargadores han sido desechados para excavaciones a cielo abierto y solo se usa en la rezaga de tuneles, cuya sección no

es suficiente amplia para usar otro tipo de ---
cargador.

2.- Clasificación por la forma de roda-
miento:

- a) De carriles (sobre orugas).
- b) de llantas (sobre neumáticos)

Las orugas son de calibre ancho para --
mejorar la estabilidad contra el volcamiento la
teral cuando cargan y acarrear cargas pesadas.

Los cargadores montados sobre llantas -
pueden ser de 2 ó 4 ruedas motrices. General--
mente se utilizan llantas muy grandes, estas --
sirven para proporcionar una excelente flota---
ción que les permite trabajar con buenos resul-
tados en la mayoría de los terrenos.

4.- VOLTEOS, VOLQUETES, VAGONETAS Y DUMPTORS.

Estas máquinas tienen como único objeto el acarreo de materiales. Se dividen en dos --- grandes grupos: los vehículos para carretera y los vehículos para fuera de carretera.

VEHICULOS PARA FUERA DE CARRETERA.- - -

Cuando se está trabajando en una obra en donde se tienen caminos propios de acarreo y de trabajo, no se tienen las limitaciones de peso y de dimensiones que se tienen cuando se utilizan calles o caminos públicos, por lo que se pueden utilizar vehículos más pesados y más apropiados para trabajo pesado y caminos difíciles, entre estos vehículos hay varios tipos el más conocido es el volteo para roca. Este es muy parecido al camión de volteo, pero es mucho más grande y más pesado, sus llantas gigantes como las de otras máquinas para construcción y su caja es super-reforzada y hecha de placa de acero. La caja trae una prolongación en la parte delantera que protege a la cabina del operador, de los impactos. Estos vehículso se utilizan para acarrear cualquier tipo de material aunque son especialmente utiles para el acarreo de roca. Existen volteos de este tipo, hasta para 100 toneladas de capacidad. Las marcas más conocidas son: Euclid, Caterpillar, International, Mack, etc.

VOLQUETES.- Son equipos de acarreo para fuera de carretera, son carros sobre dos llantas gigantes, parecidas a las escrepas, pero -- sin compuertas ni cuchillas, que se cargan con cualquier máquina cargadora y descargan por ---

atras accionadas por gatos hidráulicos, son jaladas por los mismos tractores que jalan las motoescrepas y son intercambiables con la caja de las motoescrepas. Generalmente son muy reforzadas por lo tanto se utilizan para acarreo de roca. Casi todas las fábricas de motoescrepas, fabrican este tipo de caja de volteo para acarreos y la venden como equipo opcional. Al conjunto de tractor y caja es a lo que se le llama volquete.

VAGONETAS.- Son unidades de acarreo para fuera de carretera, parecida a los trailers y semitrailers para acarreo en carretera. Están formadas por un tractor de neumáticos de 2 ó 4 ruedas, parecido al que jala las motoescrepas y volquetes, pero generalmente han sido diseñados especialmente para la vagoneta y por una caja alargada más ancha en su parte superior que en el fondo y montada sobre ejes con llantas gigantes que sobresalen a los lados de la caja. Estas vagonetas generalmente descargan por el fondo, por un par de compuertas que forman el fondo de la caja. También las hay de descarga lateral a volteo, con fondo fijo. Estas vagonetas generalmente son utilizadas para acarreos de agregados, revestimientos y materiales que no sean roca, ya que sus cajas no son tan reforzadas como las de los volquetes y volteos de roca. En las de descarga lateral si hay unas con caja reforzada para roca. La ventaja de las vagonetas, es que se pueden acarrear grandes volúmenes con pocas unidades con la consecuente disminución en el costo del acarreo por unidad de volumen.

En obras muy grandes se suelen hacer trenes de 2 ó 3 vagonetas jaladas por un solo tractor muy potente.

DUMPTORS.- Son volquetes con tracción propia. Su caja voltea hacia atrás igual que los volteos, pero tienen la particularidad de que pueden ser operados de igual manera en un sentido o en otro. Para esto traen dos volantes y dos sistemas de control uno al frente y otro atrás del operador, con lo que este no tiene más que girar en su asiento y operar hacia un lado o hacia el otro. La caja de acarreo es bastante baja con objeto de que el operador tenga suficiente visibilidad cuando va operando hacia ese lado. Los dumptors se usan principalmente para rezagar túneles o cortes muy angostos en donde es difícil girar cualquier otro vehículo; el dumptor entra con la caja hacia el sitio donde se está excavando y sale cargado en el sentido opuesto sin necesidad de girar.

III.- DESCRIPCION DEL METODO PARA CALCULAR RENDIMIENTO.

USO Y PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE ACARREO.- La selección de unidades de acarreo adecuadas para una operación dada de movimiento de materiales depende de un análisis completo del trabajo. Dicho análisis debe considerar cada una de las partes del ciclo de trabajo de cada equipo para una operación de movimiento de materiales.

El ciclo comprende: la carga, el acarreo, la descarga, el retorno y el acomodo para tomar la siguiente carga.

Tomando separadamente cada componente del ciclo se puede discernir de los factores que influyen en la selección de las unidades de acarreo.

1.- La etapa de carga requiere que se conozcan:

a) El tamaño y el tipo de maquinaria cargadora. Si es un cargador continuo como los de banda, si tiene un control positivo del cucharón como una pala o un cargador frontal, si tiene cucharón giratorio como el de una draga de arrastre, etc.

b) El tipo y el estado del material que se va a cargar, si fluye libremente como la grava, si es húmedo y pegajoso como la arcilla, si está formado por trozos o terrones grandes como la roca de voladura, etc.

- c) La capacidad de una unidad de acarreo.
- d) La destreza de los operadores.

2.- La etapa de acarreo o de traslado requiere que se conozcan:

a) La distancia a la que tiene que moverse cada carga, divididos en tramos continuos rectos y curvos.

b) El estado de la ruta de acarreo, si esta pavimentado o si se trata solo de una superficie solo compactada, que clase de pavimento o compactación tiene y en cuantos tramos de la ruta, si se trata de un camino de tierra, -- las resistencias a la tracción y al rodamiento.

c) Las pendientes que hay en la ruta y las longitudes de las mismas.

d) Diversas condiciones que afecten a la velocidad de acarreo y al movimiento. Los cambios de dirección y de pendiente que originen aceleración.

e) La habilidad del equipo de acarreo para trabajar bajo las condiciones del camino, -- las pendientes, etc.

3.- La descarga o vaciado afecta la selección de la unidad de acarreo por:

a) El tipo y el estado del material.

b) La manera en que ha de manejarse el material en el sitio de descarga, si ha de des--

cargarse, pendiente abajo, si ha de extenderse para fines de compactación, si ha de vaciarse a una tolva, etc.

c) El tipo de facilidad que ofrece el equipo para las maniobras en un área de descarga restringida.

4.- El viaje de retorno debe cubrirse como el acarreo con carga. Generalmente, este componente del ciclo de acarreo no rige la selección del tipo de unidad.

Puede presentarse, empero, una excepción, cuando la unidad de acarreo deba de regresar vacía ascendiendo una pendiente mucho más fuerte o una ruta que este en peores condiciones que la que tuvo que recorrer con carga.

5.- El acomodo de la unidad de acarreo para recibir su carga requiere conocer:

a) El tipo de máquina cargadora, como en el punto 1.- a).

b) Las diversas posiciones que debe adoptar el cargador para cargar el material.

c) La facilidad de maniobras que ofrece la unidad de acarreo para tomar una buena posición para su carga.

RENDIMIENTO. - Es la cantidad de obra que realiza una máquina en una unidad de tiempo.

El rendimiento aproximado se puede valorar de las siguientes formas:

- a) Por observación directa.
- b) Por medio de reglas y fórmulas (teórico).
- c) Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

a) Cálculo del rendimiento de una máquina por medio de observación directa.- La obtención de los rendimientos por observación directa es la medición física de los volúmenes de los materiales movidos por la máquina, durante la unidad horaria de trabajo.

b) Cálculo de rendimiento de una máquina por medio de reglas y fórmulas. El rendimiento aproximado de una máquina por este método -- puede estimarse del modo siguiente:

Se calcula la cantidad de material que mueve la máquina en cada ciclo y esta se multiplica por el número de ciclos por hora. De esta forma se obtiene el rendimiento horario

$$m^3/\text{hora} = (m^3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclos/hora})$$

La cantidad del material que mueve la máquina en cada ciclo es la capacidad nominal de la máquina afectada por un factor que se denomina "factor de carga", expresado en porcentaje, que depende del tipo de material que se cargue o acarree

$m^3/\text{ciclo} = \text{capacidad nominal de la máquina} \times \text{factor de carga.}$

El factor de carga se puede determinar empíricamente para cada caso en particular o sea por medio de mediciones físicas o tomarse de los manuales de fabricantes.

Para determinar el número de ciclos por hora en la operación de una máquina se debe determinar la eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora y este dividido entre el tiempo en minutos del ciclo total.

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{\text{minutos efectivos por hora.}}{\text{tiempo total de un ciclo (minutos)}}$$

La eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora, depende de las condiciones del sitio de trabajo y las características de la organización de la empresa.

El ciclo de acarreo (tiempo) si se desconoce, puede tomarse de gráficas o tablas hechas por el fabricante o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra.

c) Cálculo del rendimiento por medio de tablas proporcionadas por el fabricante.

Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determi

nadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en laboratorio, experiencia, etc.

Debe tomarse en cuenta sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aun en condiciones óptimas. Esto significa, que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en tablas, mediante factores adecuados a fin de compensar el menor grado de eficiencia alcanzada, ya sea por las características del material, la habilidad del operador, la altitud y otro sin número de factores que pudiera reducir la producción en un determinado trabajo.

PROBLEMAS A MODO DE EJEMPLO

TRACTORES:

Se trata de mover roca tronada, a una distancia media de 100.0 m cuesta abajo con una pendiente favorable de 10%. Halle la producción media por hora y haga la selección más económica de la maquinaria, si el traslado se hace con tractor.

Para efectuar el trabajo se cuenta con un buen operador y la eficiencia de trabajo se estima en 50 min/hora.

SOLUCION: Para hacer la selección más económica se haran comparaciones entre los tractores más utilizados para efectuar este tipo de trabajos, estos son: D6, D7, D8 y D9.

De las gráficas de producción, (Fig. No. 1 y 2) para un acarreo en una longitud de 100.0 m. y las curvas correspondientes a cada uno de los tractores se tiene que las producciones máximas no corregidas son:

tractor D6, $P_t = 90 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D7, $P_t = 170 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D8, $P_t = 230 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D9, $P_t = 340 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Factores de corrección aplicables. (Tabla No. 1)

Roca de voladura	0.70
Corección por pendiente. (Fig. No 3)	1.15
Operador bueno.	0.75
Eficiencia de trabajo.	0.84
Tipo cuchilla. (tipo A)	0.65

Formulario para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA:		Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hoja No: <u>1-1</u>
		Modelo: <u>D6D</u>	Calculo: <u>R.G.C</u>
OBRA:		Datos Adic.: <u>ORUGAS</u>	Revisó:
			Fecha:

DATOS GENERALES.		Fecha cotización: <u>JUN '82</u>
Precio adquisición: \$ <u>9 268 000.00</u>		Vida económica (Ve): <u>5</u> años
Equipe adicional:		Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
		Motor: <u>DIESEL</u> de <u>140</u> HP.
Valor inicial (Va): \$ <u>9 268 000.00</u>		Factor operación: <u>0.70</u>
Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>926 800.00</u>		Potencia operación: <u>98</u> HP op.
Tasa interés (i): <u>12</u> %		Coefficiente almacenaje (K): <u>0.08</u>
Prima seguros (s): <u>2</u> %		Factor mantenimiento (Q): <u>1.00</u>

I.- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$= \frac{9\,268\,000 - 926\,800}{10\,000} = \$ 834.20$
b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha}$	$= \frac{9\,268\,000 + 926\,800}{4\,000} \times 0.12 = 305.82$
c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha}$	$= \frac{9\,268\,000 + 926\,800}{4\,000} \times 0.02 = 50.97$
d) Almacenaje: $A = KD$	$= 0.08 \times 834.20 = 66.74$
e) Mantenimiento: $M = QD$	$= 1.00 \times 834.20 = 834.20$
	\$ 2091.93
	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 2091.93

II.- CONSUMOS.	
a) Combustible: $E = e Pc$	
Diesel: $E = 0.20 \times 98 \text{ HP op.} \times \$ 2.00/lt.$	$= \$ 39.20$
Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /lt.$	$=$
b) Otras fuentes de energía:	$=$
c) Lubrificantes: $L = o Pc$	
Capacidad cárter: $C = 32$ litros	
Cambios aceite: $t = 100$ horas	
$e = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 98 \text{ HP op.} = 0.61 \text{ lt/hr}$	
$\therefore L = 0.61 \text{ lt/hr} \times \$ 40.00/lt.$	$= 24.56$
d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) Hv (vida económica)	
Vida económica: $Hv =$ horas	
$\therefore Ll =$ \$ / horas	$= 63.76$
	\$ 63.76
	SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 63.76

III.- OPERACION.	
Salarios: \$	
operador: <u>S. REAL</u>	<u>540.00</u>
	<u>600.00</u>
Sal/turno-prom: \$	<u>800.00</u>
Horas/turno-prom.: (H)	
$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$	
$\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{800.00}{6} = \$ 133.33$	
	\$ 133.33
	SUMA OPERACION POR HORA \$ 133.33

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 2289.02
---	-------------------

Formato para el análisis del costo directo hora-máquina.

CONSTRUCTORA: <hr/>	Máquina: <u>TRACTOR</u> Modelo: <u>D7G</u> Datos Adic.: <u>ORUGAS</u>	Hoja No.: <u>2-1</u> Calculo: <u>R.G.C.</u> Revisó: _____ Fecha: _____
OBRA: _____		

DATOS GENERALES.	
Precio adquisición: \$ <u>13 518 000.00</u> Equipo adicional: _____ <hr/> Valor inicial (Va): \$ <u>13 518 000.00</u> Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>1 351 800.00</u> Tasa interés (i): <u>12</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Fecha catización: <u>JUN '82</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año Motor: <u>DIESEL</u> de <u>200</u> HP. Factor operación: <u>0.70</u> Potencia operación: <u>140</u> HP.op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.08</u> Factor mantenimiento (Q): <u>1.00</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	D = $\frac{Va - Vr}{Ve}$	= $\frac{13 518 000 - 1 351 800}{10 000}$	= \$ <u>1 216.62</u>
b) Inversión:	I = $\frac{Va + Vr}{2 Ha}$	= $\frac{13 518 000 + 1 351 800}{4 000} \times 0.12$	= <u>446.09</u>
c) Seguros:	S = $\frac{Va + Vr}{2 Ha}$	= $\frac{13 518 000 + 1 351 800}{4 000} \times 0.002$	= <u>74.35</u>
d) Almacenaje:	A = KD	= $0.08 \times 1 216.62$	= <u>97.33</u>
e) Mantenimiento:	M = QD	= $1.00 \times 1 216.62$	= <u>1 216.62</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA			<u>3 051.01</u> \$ <u>3 051.01</u>

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc			
Diesel:	E = 0.20 x <u>140</u> HP op. x \$ <u>2.00</u> /lt.	= \$	<u>56.00</u>
Gasolina:	E = 0.24 x _____ HP. op x \$ _____ /lt.	=	
b) Otras fuentes de energía:			
c) Lubricantes: L = a Pc			
Capacidad cárter:	C = <u>32</u> litros		
Cambios aceite:	f = <u>100</u> horas		
a = C/f + $\frac{0.0035}{0.0030}$	x <u>140</u> HP op. = <u>0.74</u> lit/hr.		
∴ L = <u>0.74</u> lit/hr x \$ <u>40.00</u> /lt.	=		<u>29.60</u>
d) Llantas: L1 = $\frac{VH}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)			
Vida económica: Hv = _____ horas			
∴ L1 = \$ _____ / horas	=		<u>\$ 85.60</u>
SUMA CONSUMOS POR HORA			<u>\$ 85.60</u>

III.- OPERACION.

Salarios: S			
operador:	\$ <u>540.00</u>		
S. REAL:	<u>900.00</u>		
Sal/turno-prom:	\$ <u>900.00</u>		
Horas/turno-prom: (H)			
H = 8 horas x <u>0.75</u> (factor rendimiento) = <u>6</u> horas			
∴ Operación: O = $\frac{S}{H}$	= \$ <u>900.00</u> / <u>6</u> horas	= \$	<u>150.00</u>
SUMA OPERACION POR HORA			<u>\$ 150.00</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 3 286.61

Formato para el análisis del costo directo: Hora-máquina.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hg. No. <u>3-1</u>
	Modelo: <u>DBK</u>	Casa: <u>R. Q. C.</u>
OBRA:	Datos Adic.: <u>DRUGAS</u>	Res. S.:
		Fecha:

DATOS GENERALES.

Precio adquisición:	\$ <u>16 813 000.00</u>	Fecha cotización:	<u>JUN '82</u>
Equipo adicional:		Vida económica (V _e):	<u>5</u> años
Valor inicial (V _o):	\$ <u>16 813 000.00</u>	Horas por año (H _a):	<u>2 000</u> hr/año
Valor rescate (V _r):	<u>10</u> % = \$ <u>1 681 300.00</u>	Motor:	<u>DIESEL</u> de <u>300</u> HP.
Tasa interés (i):	<u>12</u> %	Factor operación:	<u>0.70</u>
Prima seguros (s):	<u>2</u> %	Potencia operación:	<u>210</u> HP. eq.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.08</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>1.00</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_o - V_r}{V_e}$	$= \frac{16 813 000 - 1 681 300}{10 000}$	$= \$ 1 512.17$
b) Inversión:	$I = \frac{V_o + V_r}{2 H_a}$	$= \frac{16 813 000 + 1 681 300}{4 000} \cdot 10.12$	$= 554.83$
c) Seguros:	$S = \frac{V_o + V_r}{2 H_a}$	$= \frac{16 813 000 + 1 681 300}{4 000} \cdot 0.02$	$= 92.47$
d) Almacenaje:	A: KD	$= \frac{0.08}{1.00}$	$= 122.05$
e) Mantenimiento:	M: QD	$= \frac{1.00}{1.00}$	$= 1 513.17$
			3 777.69
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA			\$ 3 777.69

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e P _e			
Diesel:	$E = 0.20 \times 210$ HP. op. x \$ <u>2.00</u> /lt.	$= \$$	<u>84.00</u>
Gasolina:	$E = 0.24 \times$ HP. op. x \$ /lt.	$=$	$=$
b) Otras fuentes de energía:		$=$	$=$
c) Lubricantes: L = a P _e			
Capacidad cárter:	C = <u>36</u> litros		
Cambios aceite:	t = <u>100</u> horas		
$e = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 210$ HP. op. = <u>0.99</u> lt/hr.			
$\therefore L = 0.99$ lt/hr x \$ <u>40</u> /lt.		$=$	<u>39.60</u>
d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)			
Vida económica: H _v = _____ horas			
$\therefore Ll =$ _____ horas		$=$	<u>\$ 123.60</u>
SUMA CONSUMOS POR HORA			\$ 123.60

III.- OPERACION.

Salarios: S			
operador:	\$ <u>540.00</u>		
S. REAL	<u>900.00</u>		
Sal/turno-prom:	\$ <u>900.00</u>		
Horas/turno-prom. (H)			
H = 8 horas x <u>0.75</u> (factor rendimiento) = <u>6</u> horas			
\therefore Operación: $O = \frac{S}{H}$	$= \frac{900.00}{6}$ horas	$=$	<u>\$ 150.00</u>
SUMA OPERACION POR HORA			\$ 150.00

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 4068.29

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA: _____ OBRA: _____	Máquina: <u>TRACTOR</u> Modelo: <u>D9H</u> Datos Adic.: _____	Hoja No: <u>4-1</u> Calculo: <u>R.D.C</u> Revisó: _____ Fecha: _____
--	---	---

DATOS GENERALES.

Precio adquisición: \$ <u>19.500.000.00</u> Equipo adicional: _____ Valor inicial (Vi): \$ <u>19.500.000.00</u> Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>1.950.000.00</u> Tasa interés (i): <u>12</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Fecha cotización: <u>JUN '82</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2.000</u> hr/año Motor: <u>DIESEL</u> de <u>410</u> HP. Factor operación: <u>0.70</u> Potencia operación: <u>287</u> HP.op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.08</u> Factor mantenimiento (Q): <u>1.00</u>
---	---

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	D = $\frac{V_i - V_r}{V_e}$	= $\frac{19.500.000 - 1.950.000}{10.000}$	= \$ <u>1.755.00</u>
b) Inversión:	I = $\frac{V_i + V_r}{2 Ha}$	= $\frac{19.500.000 + 1.950.000}{2.000} \times 0.12$	= <u>643.50</u>
c) Seguros:	S = $\frac{V_i + V_r}{2 Ha}$	= $\frac{19.500.000 + 1.950.000}{2.000} \times 0.02$	= <u>107.25</u>
d) Almacenaje:	A = KD	= $0.08 \times$	= <u>140.40</u>
e) Mantenimiento:	M = QD	= $1.00 \times$	= <u>1.755.00</u>
			\$ <u>4.401.15</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA			\$ <u>4.401.15</u>

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = s Pc			
Diesel: E = 0.20	x <u>287</u> HP.op.	x \$ <u>2.00</u> / lit.	= \$ <u>114.80</u>
Gasolina: E = 0.24	x _____ HP.op.	x \$ _____ / lit.	= _____
b) Otras fuentes de energía:	_____		
c) Lubricantes: L = a Pc			
Capacidad cárter: C = <u>36</u> litros			
Cambios aceite: f = <u>100</u> horas			
a = C/f + $\frac{0.0035}{0.0030}$	x <u>287</u> HP.op.	= <u>1.22</u> lit/HP	
∴ L = <u>1.22</u> lit/hr	x \$ <u>40.00</u> / lit.		= <u>48.84</u>
d) Llantas: L = $\frac{V_{ll}}{H_v}$ (valor llantas) Hv (vida económica)			
Vida económica: Hv = _____ horas			
∴ Ll = \$ _____ / horas			
SUMA CONSUMOS POR HORA			\$ <u>163.64</u>

III.- OPERACION.

Salarios - S			
operador: \$ <u>540.00</u>			
S. REAL: <u>900.00</u>			
Sal/turno-prom: \$ <u>900.00</u>			
Horas/turno-prom. (H)			
H = B horas x <u>0.75</u> (factor rendimiento) x <u>6</u> horas			
∴ Operación = $\frac{S}{H}$	= $\frac{900.00}{6}$		= \$ <u>150.00</u>
SUMA OPERACION POR HORA			\$ <u>150.00</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 1.714.79

Producción real = Producción teórica x Factores de corrección.

Producción real = Producción teórica x 0.70 x 1.15 x 0.75 x 0.84 x 0.65

Producción real = Producción teórica x 0.3296
 tractor D6, $P_r = 90 \times 0.3296 = 29.68 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D7, $P_r = 170 \times 0.3296 = 56.04 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D8, $P_r = 230 \times 0.3296 = 75.82 \text{ m}^3/\text{hr.}$

tractor D9, $P_r = 340 \times 0.3296 = 112.08 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Los costos directos: hora-máquina calculados anteriormente en las hojas de formato para el análisis del costo directo: hora-máquina son los siguientes:

* tractor D6, C.D.H-M.	= \$ 2 289.02
tractor D7, C.D.H-M.	= \$ 3 286.61
tractor D8, C.D.H-M.	= \$ 4 068.29
tractor D9, C.D.H-M.	= \$ 4 714.79

COSTO POR METRO CUBICO:

$$\text{tractor D6} = \frac{\$ 2\,289.02}{29.68} = \$ 77.15 / \text{m}^3$$

$$\text{tractor D7} = \frac{\$ 3\,286.61}{56.04} = \$ 58.64 / \text{m}^3$$

$$\text{tractor D8} = \frac{\$ 4\,068.29}{75.82} = \$ 53.66 / \text{m}^3$$

$$\text{tractor D9} = \frac{\$ 4\,714.79}{112.08} = \$ 42.06 / \text{m}^3$$

De este análisis puede verse que entre mayor es el tractor se obtiene mayor producción y más bajo costo por M^3 de material acarreado. Por lo tanto se escoge el tractor "D9".

MOTOESCREPAS:

DESCRIPCION DEL METODO PARA CALCULAR RENDIMIENTO

1.- USO DE LAS GRAFICAS (CURVAS) FUERZA DE TRACCION-VELOCIDAD-PENDIENTE TOTAL.

La velocidad máxima accesible, el rango de velocidad (1a, 2a, etc.) y la fuerza de tracción aprovechable puede ser determinado por --- gráficas (curvas) y tablas de valores (dadas -- por el fabricante), cuando el peso del vehículo y la pendiente (o la resistencia total de rodamiento) son conocidas.

La fuerza de tracción, es la fuerza -- aprovechable entre la fatiga y el terreno propulsado por la máquina (limitado por la tracción.)

El peso está definido por el peso bruto del vehículo (kg o ton) = peso del tractor + peso de la escrepa + carga.

La pendiente total efectiva (resistencia total) es la resistencia por pendiente -- más la resistencia por rodamiento, expresada como un porcentaje de la pendiente.

La pendiente es medida o estimada.

La resistencia por rodamiento es estimada (calculada), (ver tablas de valores típicos).

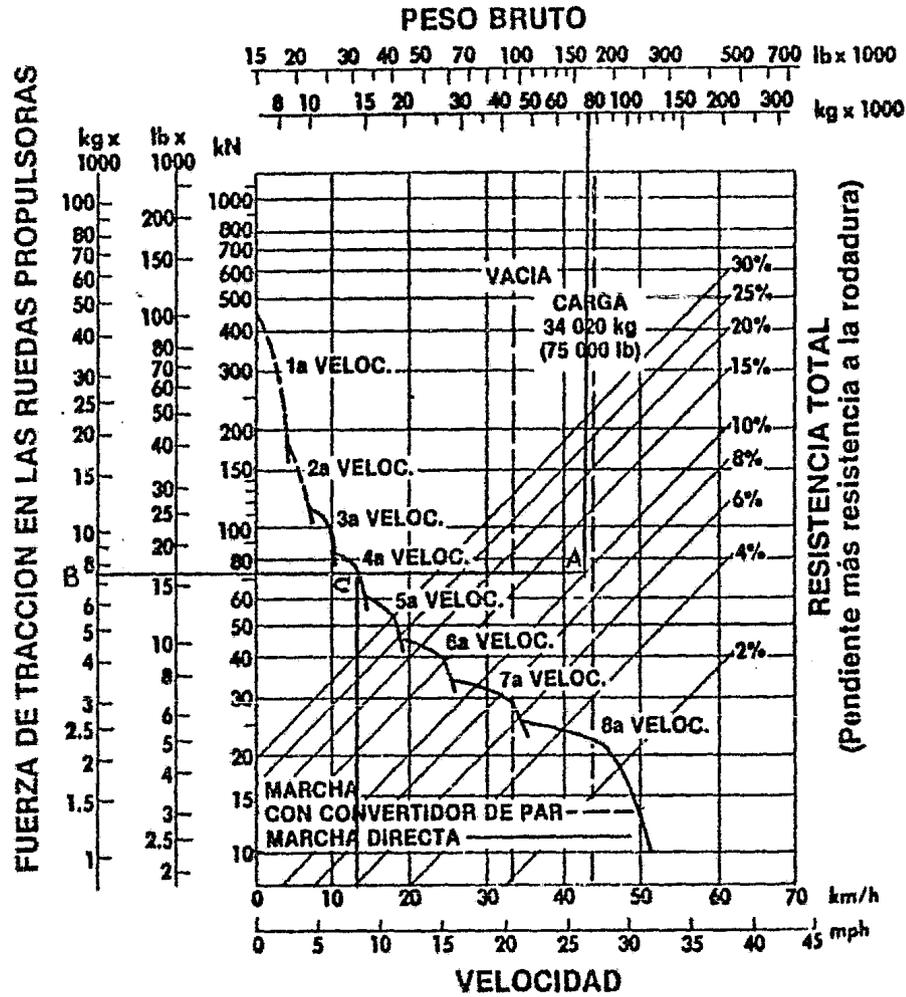


FIG. 8

10 kg/ton. = 1% de pendiente adversa.

EJEMPLO 1.

Con un 6% de pendiente adversa y una resistencia al rodamiento de 40 kg/ton. Encontrar la resistencia total.

SOLUCION: Resistencia al rodamiento =

$$\frac{40 \text{ kg/ton.}}{10} = 4 \% \text{ de pendiente efectiva}$$

Resistencia total = 6% + 4% = 10% pendiente adversa.

EJEMPLO 2.

Una motoescrepa tipo 631 D con una carga estimada de 34 000 kg. esta operando con una pendiente total efectiva de 10%. Encuentre la fuerza de tracción aprovechable y la velocidad máxima accesible. Peso del vehículo = 42 000 kg.

SOLUCION: Peso del vehículo + carga = peso bruto.

$$42\ 000 \text{ kg.} + 34\ 000 \text{ kg.} = 76\ 000 \text{ kg.}$$

Usando la gráfica correspondiente a una motoescrepa 631 D (Fig. No. 8), se lee para 76 000 kg. en la escala de Peso bruto se baja verticalmente hasta la intersección con la línea de 10% de pendiente (punto A), se va horizontalmente a través del punto "A" hasta la es--

cala de Fuerza de Tracción a la izquierda (punto B). Aquí se puede leer la Fuerza de Tracción requerida = 7 400 kg.

Donde la línea $\overline{A-B}$ corta la curva de velocidad (punto C) se baja verticalmente y se lee para obtener la máxima velocidad accesible para un 10% de pendiente efectiva, esta es de 13.5 km/hr.

RESPUESTA: El vehículo subirá una pendiente efectiva de 10% a una velocidad máxima de 13.5 km/hr. en 4a. velocidad con una Fuerza de Tracción aprovechable de 7 400 kg.

2.- USO DE LAS GRAFICAS DEL RETARDADOR.

Si se conoce el peso bruto del vehículo y la pendiente compensada (resistencia total), puede hallarse con la ayuda de las gráficas del retardador, la velocidad que es posible mantener sin utilizar los frenos de servicio cuando el vehículo baja por una pendiente con el retardador a plena capacidad.

Pendiente compensada (resistencia total): Es el valor de la ayuda en pendiente menos la resistencia a la rodadura.

EJEMPLO 3.

Una pendiente favorable del 20% con resistencia al rodamiento del 5%. ¿Cuál es la pendiente compensada?

SOLUCION: Pendiente compensada = 20% de pendiente favorable menos 5% de resistencia a la rodadura = 15% de ayuda en la pendiente compensada.

EJEMPLO 4.

Una motoescropa 651 B, con una carga útil estimada de 47 200 kg. baja por una pendiente compensada de 10%. Hallar la velocidad constante y la marcha con el retardador a plena capacidad. Hallar además, el tiempo de recorrido, si la pendiente es de 610 m. de longitud. El peso del vehículo es de 57 550 kg.

SOLUCION: Peso del vehículo + Carga útil = peso bruto. 57 550 kg. + 47 200 kg. = 104 750 kg.

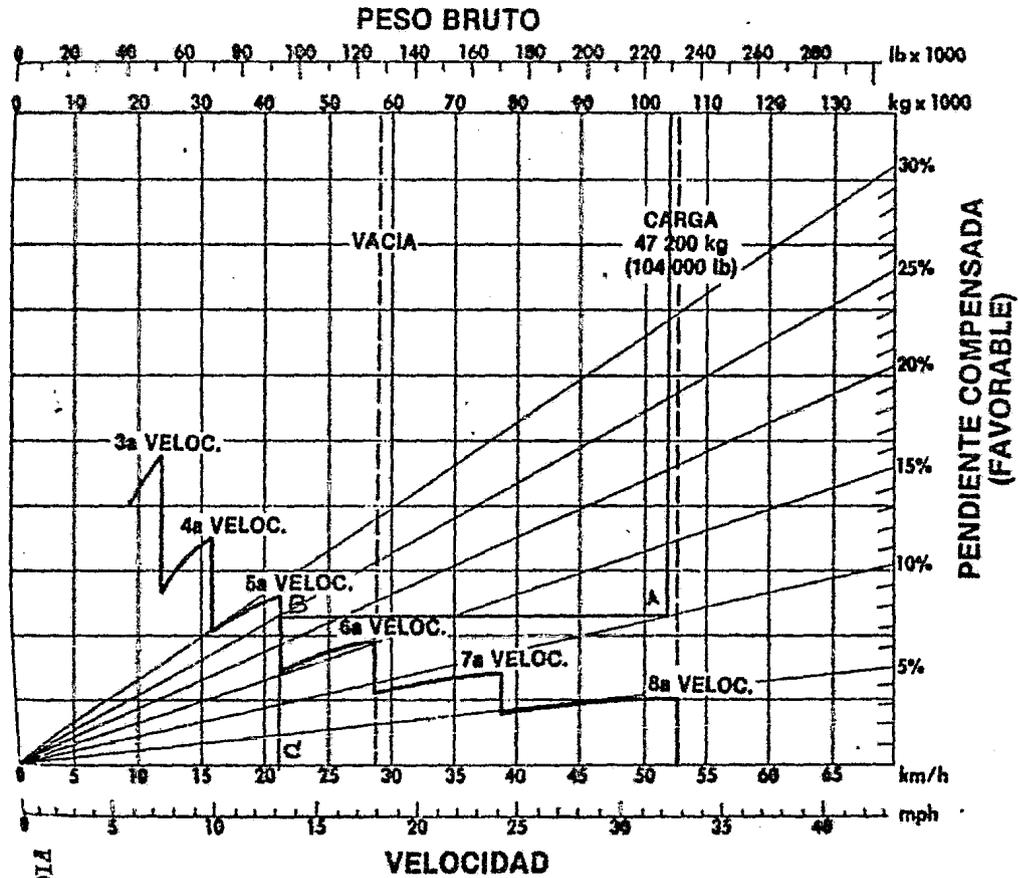
Utilizando la gráfica del retardador (Fig. No. 9). A partir de la escala de Peso Bruto, descienda verticalmente desde 104 750 kg. Hasta tocar la línea diagonal de pendiente compensada del 10% (punto A). Desde "A" pase horizontalmente a la izquierda, hasta la curva del retardador (punto B), en 5a. velocidad. Desde el punto "B", descienda verticalmente hasta la escala inferior (punto C) y halle la velocidad. 21.1 km/hr.

La fórmula básica de distancia-velocidad-tiempo es: $60D = ST$. Donde 60 son minutos, D: distancia, S: Velocidad, y T: tiempo.

Despejando de la fórmula a "T" se tiene que:

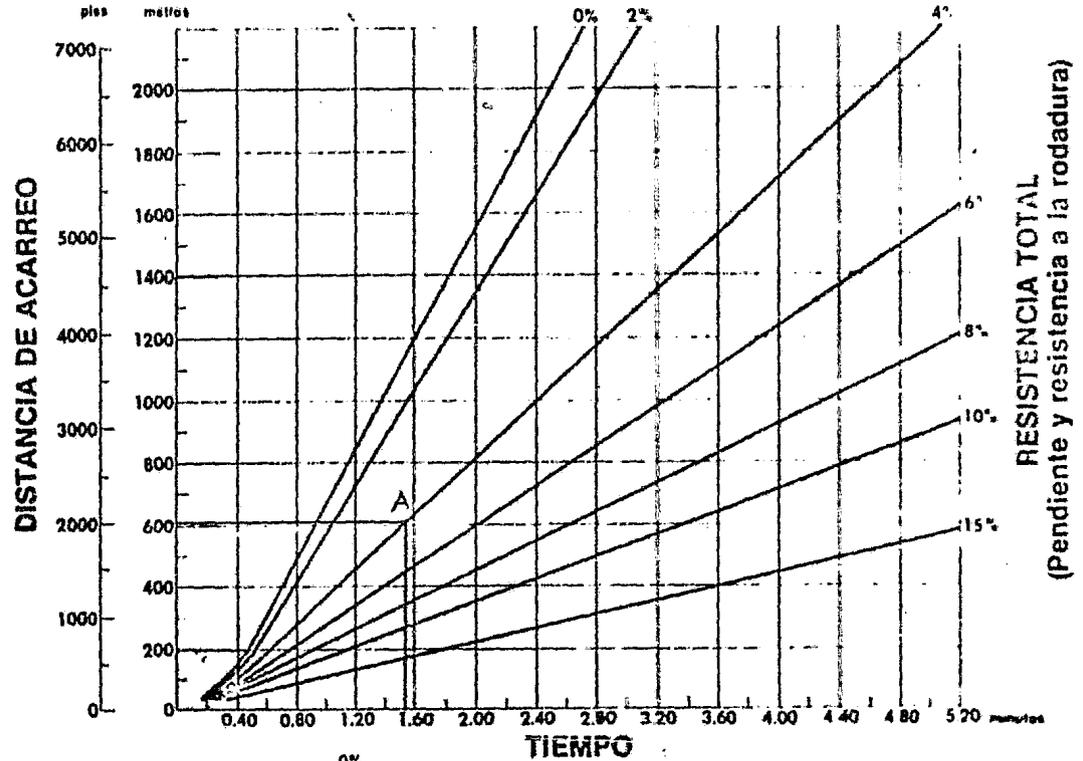
$$T = \frac{60D}{S} = \frac{60 \times 610}{21.1 \times 1000} = 1.74 \text{ min.}$$

RESPUESTA: La motoescropea 651 B descendera a una velocidad de 21.1 km/hr. en 5a. velocidad y el tiempo del viaje será de 1.74 minutos.

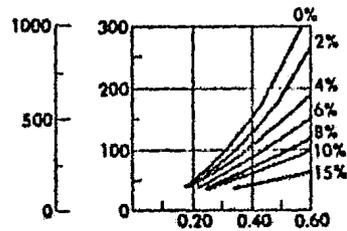


6 - DIA

- Distancia en función del tiempo
- Neumáticos de 37.5-39



RESISTENCIA TOTAL
(Pendiente y resistencia a la rodadura)



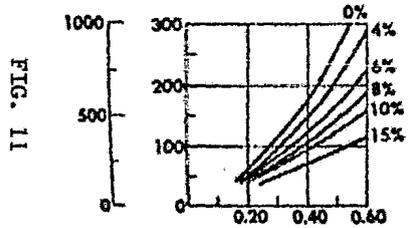
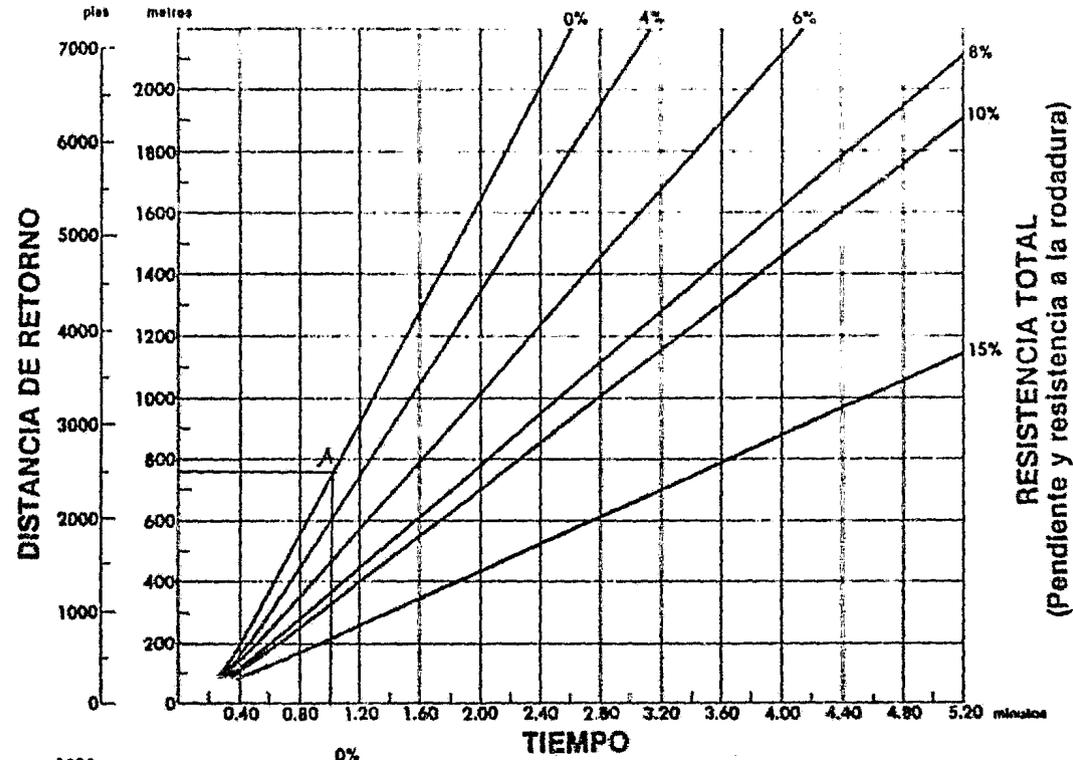
Peso del vehículo vacío: 57 550 kg (126 900 lb)
Carga útil: 47 200 kg (104 000 lb) — 26.5 m³ (34.6 yd³)

FIG. 10

LA 651B VACIA

Mototrallas de ruedas

- La distancia en función del tiempo
- Neumáticos de 37 5-39



Peso de la máquina vacía: 57 550 kg (126 900 lb)

FIG. 11

3.- USO DE LAS GRAFICAS DEL TIEMPO DE ACARREO.

Sabiendo la distancia de acarreo o la de retorno (medio ciclo) y la resistencia total (en % de pendiente) se halla el tiempo de recorrido en medio ciclo usando las gráficas correspondientes. Si la resistencia total es negativa (la ayuda en la pendiente es mayor que la resistencia por rodamiento) la máquina puede acelerarse al descender, y habría que emplear los frenos o el retardador. Como en estos casos no se pueden utilizar las gráficas de tiempo de viaje, consulte la gráfica respectiva con retardador, a fin de hallar la velocidad máxima de descenso sin que halla riesgo.

Los tiempos del viaje o acarreo incluyen aceleración desde la velocidad inicial de 4 km/hr. al dejar el corte o el relleno, y la desaceleración a 4 km/hr. al llegar a dichos puntos.

Hay dos gráficas para cada máquina de acarreo: una para la máquina con la carga útil indicada, y otra para la máquina vacía.

EJEMPLO 5.

Una motoescropa 651 B conduce la carga útil indicada de 47 200 kg. por un camino de 610 m. con una resistencia total del 4% y un retorno de 760 m. con una resistencia total de 0%. Calcular el tiempo del ciclo.

SOLUCION:

ACARREO.- Utilizando la gráfica para el vehículo cargado (fig. No. 10). A partir de

610 m. en la escala de distancias de acarreo --- (medio ciclo), avance hasta la línea diagonal - del 4% (punto A), y desde ahí descienda hasta - la escala de distancias de acarreo (medio ciclo) y hallara que el tiempo de acarreo es de 1.55 - minutos.

RETORNO.- Utilizando la gráfica para - máquinas vacías (Fig. No. 11). A partir de 760 m. en la escala de distancias (medio ciclo), -- avance hasta la línea de resistencia total de - 0% (punto A). Desde "A", descienda hasta la es- cala de tiempo de retorno, y hallara que el --- tiempo de retorno es de 0.95 minutos.

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO DEL CICLO} &= \text{carga } \xi + \text{acarreo} + \text{maniobras} \\ &\quad \text{y esparcimiento } \xi + \text{regreso.} \\ &= 0.7 + 1.55 + 0.7 + 0.95 = \\ &\quad 3.9 \text{ minutos.} \end{aligned}$$

NOTA:

ξ de tablas u observación directa. (tabla No. - 3 del apéndice)

CAMINOES PARA FUERA DE CARRETERA.

El rendimiento y producción de este ti- po de camiones se determina en una forma muy si- milar al rendimiento y producción de las moto- -escrepas, pues como se verá más adelante en el- problema de ejemplo, también se determinan es- -tos en base a las gráficas que proporciona el - fabricante para cada uno de los modelos de es- -tos vehículos, las gráficas son:

Tracción-Velocidad-Pendiente.
Del Retardador.
Tiempos de Viaje. (ida y regreso).

PROBLEMA DE EJEMPLO.

Se trata de mover $1'000\ 000\ m^3$, de un banco de préstamo a un tiradero que se encuentra a 1300 m. El material a mover es limo arenoso seco, el cual tiene un peso volumétrico de $1\ 600\ kg/m^3$ y un coeficiente de abundamiento de 1.25 (o su recíproco) el camino por el cual se transportara el material es un camino revestido con las siguientes pendientes:

200 m. 3% de pendiente adversa
 300 m. 5% de pendiente adversa.
 400 m. 0% (tramo horizontal).
 400 m. 4% de pendiente favorable.

Se está trabajando a 2 000 msnm.

La 1a. alternativa es usar motoescrepas Caterpillar 623 B de $16.8\ m^3$ de capacidad.

La otra alternativa es usar cargador frontal 988 B de $6\ m^3$ de capacidad y camiones para fuera de carretera 769 C de $22\ m^3$ de capacidad, el equipo que se empleara es propiedad de la empresa.

SOLUCION: 1a. ALTERNATIVA.

Costo directo: hora-máquina =

\$ 3 704.79/ m^3 .

Capacidad de la motoescrepa colmada = $16.8\ m^3$.

Peso de la máquina vacía = 32 280 kg.

Peso de la máquina cargada = 32 280 +

$1\ 600 \times 16.8 \times 0.8 = 53\ 784\ kg$.

RESISTENCIA AL RODAMIENTO.

a) Para cada tipo de camino existe una resistencia.

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>MOTOCREPA</u>	Hoja No.: <u>1-2</u>
	Modelo: <u>623 B 16.8 HP</u>	Calcula: <u>R. Q. C.</u>
OBRA:	Datos Adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES.

Precio adquisición:	\$ <u>14 745 000.00</u>	Fecha colocación:	<u>JUN '82</u>
Equipo adicional- <u>LLANTAS</u>	<u>1 327 000.00</u>	Vida económica (Ve):	<u>5</u> años
Valor inicial (Vi):	\$ <u>13 418 000.00</u>	Horas por año (Ha):	<u>2 000</u> hr/año
Valor rescate (Vr):	<u>10</u> % = \$ <u>1 327 000.00</u>	Motor:	<u>DIESEL</u> de <u>330</u> HP.
Tasa interés (i):	<u>12</u> %	Factor operación:	<u>0.7</u>
Prima seguros(s):	<u>2</u> %	Potencia operación:	<u>231</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.08</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>1.00</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	D = $\frac{Vi - Vr}{Ve}$	= $\frac{13 418 000 - 1 327 000}{10 000}$	= \$ <u>1 194.35</u>
b) Inversión:	I = $\frac{Vi + Vr}{2 Ha}$	= $\frac{13 418 000 + 1 327 000}{4 000} \cdot 10.12$	= <u>358.31</u>
c) Seguros:	S = $\frac{Vi + Vr}{2 Ha}$	= $\frac{13 418 000 + 1 327 000}{4 000} \cdot 0.02$	= <u>59.72</u>
d) Almacenaje:	A = KD	= $0.08 \times$	= <u>95.55</u>
e) Mantenimiento:	M = QD	= $1.00 \times$	= <u>1 194.35</u>
			<u>2 902.28</u>
		SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ <u>2 902.28</u>

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc			
Diesel:	E = 0.20 x <u>231</u> HP. op. x \$ <u>2.00</u> /lt.	= \$	<u>92.40</u>
Gasolina:	E = 0.24 x _____ HP. op x \$ _____ /lt.	=	
b) Otras fuentes de energía:			
c) Lubricantes: L = d Pc			
Capacidad cartón:	C = <u>30</u> litros		
Cambios aceite:	r = <u>100</u> horas		
a = C/r + $\frac{0.0035}{0.0030} \times 231$	HP. op. = <u>0.99</u> lt/hr.		
∴ L = <u>0.99</u> lt/hr x \$ <u>40.00</u> /lt.		=	<u>39.72</u>
d) Lientas: LI = $\frac{VII}{Hv}$ (valor Montas)			
Vida económica: Hv = <u>2550</u> horas			
∴ LI = \$ $\frac{1 327 000}{2 550}$		=	<u>520.39</u>
		SUMA CONSUMOS POR HORA	\$ <u>652.51</u>

III.- OPERACION.

Salarios S			
operador	\$ <u>510.00</u>		
S. REÁL	<u>900.00</u>		
Sal/turno-prom:	\$ <u>900.00</u>		
Horas/turno-prom.: (H)			
H = 8 horas x <u>0.75</u> (factor rendimiento) = <u>6</u> horas			
∴ Operación = $\frac{S}{H}$	= \$ $\frac{900.00}{6}$	=	<u>150.00</u>
		SUMA OPERACION POR HORA	\$ <u>150.00</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 3,704.79

TIPO DE CAMINO.	VALOR DE LA RESISTENCIA
peor	100 kg/ton.
sin revestir	65 kg/ton.
revestido	50 kg/ton.
pavimentado	35 kg/ton.

Como 10 kg/ton. = 1% de pendiente adversa, se tiene en nuestro caso 50 kg/ton = 5% de pendiente.

b) RESISTENCIA POR PENDIENTE.

tramo de 200 m de ida	= 3%
tramo de 300 m de ida	= 5%
tramo de 400 m de ida	= 0%
tramo de 400 m de ida	= -4%
tramo de 400 m de regreso	= 4%
tramo de 400 m de regreso	= 0%
tramo de 300 m de regreso	= -5%
tramo de 200 m de regreso	= -3%

c) RESISTENCIA TOTAL DE IDA.

tramo de 200 m	= 5% + 3% = 8%
tramo de 300 m	= 5% + 5% = 10%
tramo de 400 m	= 5% + 0% = 5%
tramo de 400 m	= 5% - 4% = 1%

d) RESISTENCIA TOTAL DE REGRESO.

tramo de 400 m	= 5% + 4% = 9%
tramo de 400 m	= 5% + 0% = 5%
tramo de 300 m	= 5% - 5% = 0%
tramo de 200 m	= 5% - 3% = 2%

e) CORRECCION POR ALTITUD.

$$\frac{(2\ 000 - 1\ 500) \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ m}}{100} = 5\%$$

Por lo que habra que multiplicar las resistencias totales por 1.05.

MAQUINA CARGADA (IDA).	MAQUINA VACIA (REGRESO)
8% x 1.05 = 8.4%	9% x 1.05 = 9.45%
10% x 1.05 = 10.5%	5% x 1.05 = 5.25%
5% x 1.05 = 5.25%	0% x 1.05 = 0.0%
1% x 1.05 = 1.05%	2% x 1.05 = 2.10%

Con los datos anteriores se entra a la gráfica proporcionada por el fabricante para -- una motoescropa 623 B. (apéndice Figs. 12, 13, 14 y 15).

f) VELOCIDADES.

VELOCIDADES DELA MOTOESCREPA CARGADA (53 784 kg).

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD X 0.65
200	14.0	4a.	9.10 km/hr.
300	12.0	4a.	7.80 km/hr.
400	25.0	7a.	16.25 km/hr.
400	48.0	8a.	31.20 km/hr.

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA VACIA.

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x0.65
400	26.5	6a.	17.23 km/hr.
400	26.5	6a.	17.23 km/hr.
300	48.0	8a.	31.20 km/hr.
200	48.0	8a.	31.20 km/hr.

g) TIEMPOS.

TIEMPOS DE LA MOTOESCREPA CARGADA		TIEMPOS DE LA MOTOESCREPA VACIA	
TRAMO	TIEMPO	TRAMO	TIEMPO
200 m	1.32 min.	400 m	1.39 min.
300 m	2.30 min.	400 m	1.39 min.
400 m	1.48 min.	300 m.	0.58 min.
400 m	0.77 min.	200 m.	0.38 min.
TOTAL =	<u>5.87 min.</u>	TOTAL =	<u>3.74 min.</u>

TIEMPO TOTAL DE CICLO.

$$= \text{Carga}^{\&} + \text{Acarreo} + \text{Maniobras y descarga}^{\&} + \text{regreso} = 0.90 + 5.87 + 0.70 + 3.74 = 11.21 \text{ min.}$$

& tiempos sacados de tablas.

h) COSTO DEL METRO CUBICO DEL MATERIAL MOVIDO EN BANCO.

$$\text{Tiempo total} = 11.21 \text{ min.}$$

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{60}{11.21} = 5.35 \text{ viajes/hr.}$$

$$\text{Capacidad de la motoescrepa en banco} = 16.8 \times 0.8 = 13.44 \text{ m}^3$$

$$\text{Producción} = 5.35 \times 13.44 = 71.90 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción real}} = \frac{3\,704.79}{1.9 \times 0.75} = \$ 68.70/\text{m}^3$$

$$\text{COSTO POR METRO CUBICO} = \$ \underline{68.70}$$

Formulario para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>CARGADOR FRONTAL</u>	Hoja No.: <u>2-2</u>
	Modelo: <u>988 B</u>	Calcula: <u>R. Q. C.</u>
	Detos Adc.:	Revisó:
OBRA:		Fecha:

DATOS GENERALES.		Fecha cotización: <u>JUN '82</u>
Precio adquisición: \$ <u>20 125 400.00</u>		Vida económica (Ve): <u>5</u> años
Equipo adicional: <u>Llantas</u> <u>1 710 000.00</u>		Horas por año (Ha): <u>2 000</u> hr/año
		Motor: <u>DIESEL</u> de <u>375</u> HP.
Valor inicial (Vi): \$ <u>18 415 400.00</u>		Factor operación: <u>0.7</u>
Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>2 012 540.00</u>		Potencia operación: <u>262.5</u> HP.op.
Tasa interés (i): <u>12</u> %		Coefficiente almacenaje (K): <u>0.1</u>
Prima seguros (s): <u>2</u> %		Factor mantenimiento (Q): <u>1.0</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_i - V_r}{V_e} = \frac{18\,415\,400 - 2\,012\,540}{10\,000} = \$ 1\,640.28$
b) Inversión:	$I = \frac{V_i + V_r}{2\,Ha} = \frac{18\,415\,400 + 2\,012\,540}{4000} = 612.84$
c) Seguros:	$S = \frac{V_i + V_r}{2\,Ha} = \frac{18\,415\,400 + 2\,012\,540}{4000} = 102.14$
d) Almacenaje:	$A = KD = \frac{0.1 \times 1\,640.28}{1.0} = 164.03$
e) Mantenimiento:	$M = QD = \frac{1.0 \times 1\,640.28}{1.0} = 1\,640.28$
	<u>4 159.57</u>
	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ <u>4 159.57</u>

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc	
Diesel: E = 0.20 x <u>262.5</u> HP.op. x <u>2.00</u> /ll.	= \$ <u>105.00</u>
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP.op. x _____ /ll.	= _____
b) Otras fuentes de energía:	= _____
c) Lubricantes: L = a Pc	
Capacidad cárter: C = <u>32</u> litros	
Cambios aceite: t = <u>100</u> horas	
$a = \frac{C}{t} + \frac{0.0035}{0.0030} \times 262.5$ HP.op. = <u>1.11</u> ll/hr.	
$\therefore L = 1.11$ ll/hr x \$ <u>40.00</u> /ll.	= <u>44.30</u>
d) Llantas: $LI = \frac{VE}{H_v}$ (valor llantas)	
Vida económica: $H_v = 2\,500$ horas	
$\therefore LI = \frac{1\,710\,000}{2\,500}$ horas	= <u>684.00</u>
	<u>\$ 833.30</u>
	SUMA CONSUMOS POR HORA \$ <u>833.30</u>

III.- OPERACION.

Sueldos: S	
operador: \$ <u>540.00</u>	
<u>S. Rel.</u> : <u>900.00</u>	
Sel/turno-prom.: \$ <u>900.00</u>	
Horas/turno-prom.: (H)	
$H = 8$ horas x <u>0.75</u> (factor rendimiento) = <u>6</u> horas	
\therefore Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{900.00}{6}$ horas = \$ <u>150.00</u>	
	SUMA OPERACION POR HORA \$ <u>150.00</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 5 142.87

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA: <hr/> OBRA: <hr/>	Máquina: <u>CAMIÓN VOLTEO</u> Modelo: <u>167E 21.6M³</u> Datos Adic.: _____	Hoja No: <u>3-2</u> Calcula: <u>R. Q. C.</u> Revisá: _____ Fecha: _____
---	--	--

DATOS GENERALES.	
Precio adquisición: \$ <u>14 887 000.00</u> Equipo adicional: <u>LANTAS</u> <u>1 490 000.00</u> <hr/> Valor inicial (Va): \$ <u>13 397 000.00</u> Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>1 488 700.00</u> Tasa interés (i): <u>12</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Fecha cotización: <u>JUN '82</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2 000</u> hr/año Motor: <u>DIESEL</u> de <u>450</u> HP. Factor operación: <u>0.70</u> Potencia operación: <u>315</u> HP.op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.1</u> Factor mantenimiento (Q): <u>1.0</u>

I.- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{13 397 000 - 1 488 700}{5} = \$ 1 190.83$ b) Inversida: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{13 397 000 + 1 488 700}{4 000} \times 0.12 = 446.57$ c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{13 397 000 + 1 488 700}{4 000} \times 0.02 = 74.43$ d) Almacenaje: $A = KD = 0.1 \times 1 190.83 = 119.08$ e) Mantenimiento: $M = QD = 1.0 \times 1 190.83 = 1 190.83$	3 021.74 SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ <u>3 021.74</u>

II.- CONSUMOS.	
a) Combustible: $E = e \times Pc$ Diesel: $E = 0.20 \times 315 \text{ HP.op.} \times \$ 2.00 / \text{lt.} = \$ 126.00$ Gasolina: $E = 0.24 \times \text{---} \text{ HP.op.} \times \$ \text{---} / \text{H.} =$ b) Otras fuentes de energía: _____ = c) Lubrificantes: $L = a \times Pc$ Capacidad Carter: $C = 32$ litros Cambios aceite: $\tau = 100$ horas $a = C/\tau + \frac{0.0035}{10.0030} \times 315 \text{ HP.op.} = 1.26 \text{ lt/hr.}$ $\therefore L = 1.26 \text{ lt/hr} \times \$ 40.00 / \text{lt.} = 50.60$ d) Lientas: $Ll = \frac{Vll}{Hv} \text{ (valor lanttas)}$ Vida económica: $Hv = 1 500$ horas $\therefore Ll = \frac{1 490 000}{1 500} = 993.33$	1169.93 SUMA CONSUMOS POR HORA \$ <u>1 169.93</u>

III.- OPERACION.	
Salarios - \$ operador: \$ <u>540.00</u> S. REAL: <u>900.00</u> <hr/> Sal/turno-prom: \$ <u>900.00</u> Horas/turno-prom.: (H) $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$ $\therefore \text{Operación} = \frac{S}{H} = \frac{900.00}{6} = \$ 150.00$	SUMA OPERACION POR HORA \$ <u>150.00</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ <u>4 341.67</u>
---	---------------------------

2a. ALTERNATIVA.

Cálculo con cargador frontal 988 de --
 6 m³ y camiones para fuera de carretera Cat 769
 C de 22 m³ de capacidad.

Costo directo Hora-máquina (cargador) = \$ 5142.87
 Costo directo Hora-máquina (camión) = \$ 4 341.67
 Resistencia al rodamiento = 50 kg/ton = 5% de
 pendiente.

RESISTENCIA TOTAL = Resistencia por pendiente +
 Resistencia al rodamiento + Corrección por alti-
 tud.

RESISTENCIA TOTAL DE IDA (CAMION CARGADO).

tramo de 200 m = 8.4%
 tramo de 300 m = 10.5%
 tramo de 400 m = 5.25%
 tramo de 400 m = 1.05%

RESISTENCIA TOTAL DE REGRESO (CAMION VACIO).

tramo de 400 m = 9.45%
 tramo de 400 m = 5.25%
 tramo de 300 m = 0.0%
 tramo de 200 m = 2.10%

Con los datos anteriores se entra a las
 gráficas proporcionadas por el fabricante. El-
 peso bruto de la máquina es de 62 473 kg. (Apén-
 dice Figs. 16, 17, 18 y 19)

VELOCIDADES DEL CAMION CARGADO.

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x 0.65
200	15.0	2a.	9.75 km/hr.
300	14.0	2a.	9.10 km/hr.
400	32.0	5a.	20.80 km/hr.
400	60.0	7a.	39.00 km/hr.

VELOCIDADES DEL CAMION VACIO.

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x 0.65
400	40.0	5a.	26.0 km/hr.
400	66.0	7a.	42.9 km/hr.
300	66.0	7a.	42.9 km/hr.
200	66.0	7a.	42.9 km/hr.

TIEMPOS

CAMION CARGADO (IDA)		CAMION VACIO (REGRESO)	
TRAMO	TIEMPO	TRAMO	TIEMPO
200 m	1.23 min.	400 m	0.92 min.
300 m	1.98 min.	400 m	0.56 min.
400 m	1.15 min.	300 m	0.42 min.
400 m	0.61 min.	200 m	0.28 min.
TOTAL	<u>4.97 min.</u>	TOTAL	<u>2.18 min.</u>

TIEMPO DEL CICLO = Tiempo de reemplazo de los camiones + Carga + Acarreo + Maniobras y descarga + Retorno.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad del cucharón} &= 6.0 \text{ m}^3 \\ \text{Factor de carga} &= 0.8 \\ \text{Volumen por ciclo} &= 6.0 \text{ m}^3 \times 0.8 = 4.8 \\ &\text{m}^3/\text{ciclo} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo del ciclo} \\ (\text{ciclo básico } 35 \text{ seg}) &= 0.58 \text{ min/ciclo} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \text{ min/hr.}}{0.58 \text{ min/ciclo}} = 103 \text{ ciclos/hr.}$$

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= 4.8 \text{ m}^3/\text{ciclo} \times 103 \text{ ciclos/hr.} = \\ &494.4 \text{ m}^3/\text{hr.} \end{aligned}$$

$$\text{Costo directo Hora-máquina} = \$ 5 142.87$$

$$\frac{\$ 5 142.87}{494.4 \text{ m}^3/\text{hr.}} = \$ 10.40 / \text{m}^3 \text{ cargado}$$

Para cargar un camión de 22 m^3 son necesarios 5 ciclos de operación del cargador; o sea que son necesarios $0.58 \text{ min} \times 5 = 2.9 \text{ min}$ para cargar 22.0 m^3 .

Tiempo de maniobras y descarga = 1.0 min.
 Tiempo de reemplazo de los camiones = 0.7 min.
 TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL CAMION.
 $= 0.70 + 2.90 + 4.97 + 1.00 + 2.18 = 11.75 \text{ min.}$

Número de viajes por hora = $\frac{60 \times 0.75}{11.75} = 3.83$

Volumen por hora = $3.83 \times 22.0 = 84.25 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Costo por $\text{m}^3 = \frac{4\,341.67}{84.25 \times 0.8} = \$ 64.42/\text{m}^3$

NUMERO DE CAMIONES

Producción del cargador = $494.4 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0.75 = 370.8 \text{ m}^3/\text{hr.}$
 $\frac{370.8}{84.25 \times 0.8} = 5.50 = 6 \text{ camiones}$

Por concepto de camiones esperando, el factor es: $\frac{6}{5.50} = 1.09$ $64.42 \times 1.09 = \$70.27/\text{m}^3$

COSTO DE ACARREO MAS CARGA.

Carga	\$ 10.40	$/\text{m}^3$
Acarreo	\$ 70.27	$/\text{m}^3$
Total	\$ 80.67	$/\text{m}^3$

Costo por m^3 de acarreo utilizando MOTOESCREPA = \$ 68.70

Costo por m^3 de acarreo utilizando CARGADOR Y CAMION = \$ 80.67

CONCLUSION: Para distancias que oscilan entre los 200 y 3000 metros es más económico -- hacer los acarreos con MOTOESCREPAS.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>MOTOCREPA</u>	Hoja No: <u>1-3</u>
	Modelo: <u>613 B 8.4MS</u>	Calcula: <u>Z. Q. C.</u>
OSRA:	Detos Adic: _____	Revisó: _____
		Fecha: _____

DATOS GENERALES.

Precio adquisicón: \$ <u>6.512.000,00</u> Equipo adicional: <u>LLANTAS</u> <u>586.080,00</u> <hr/> Valor inicial (Vi): \$ <u>5.925.920,00</u> Valor rescate (Vr): "10" % = \$ <u>6.512.000,00</u> Tasa interes (i): <u>12</u> % Prime seguros (s): <u>2</u> %	Fecha cotizaci3n: <u>JUN '82</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2.000</u> hr/año Motor: <u>DIESEL</u> de <u>150</u> HP. Factor operaci3n: <u>0,70</u> Potencia operaci3n: <u>105</u> HP.op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0,08</u> Factor mantenimiento (Q): <u>1,00</u>
--	---

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciaci3n:	$D = \frac{Vi - Vr}{Ve}$	$= \frac{5.925.920 - 651.200}{10.000}$	$= \$ 527,47$
b) Inversi3n:	$I = \frac{Vi + Vr}{2 Ha}$	$= \frac{5.925.920 + 651.200}{4.000} \times 0,12$	$= 127,31$
c) Seguros:	$S = \frac{Vi + Vr}{2 Ha}$	$= \frac{5.925.920 + 651.200}{4.000} \times 0,02$	$= 32,88$
d) Almacenaje:	$A = KD$	$= 0,08 \times 527,47$	$= 42,20$
e) Mantenimiento:	$M = QD$	$= 1,00 \times 527,47$	$= 527,47$
			\$ 1.257,33
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA			\$ 1.257,33

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_e$			
Diesel:	$E = 0,20 \times$	<u>105</u> HP op. x \$ <u>2,00</u> /lit.	$= \$ 42,00$
Gasolina:	$E = 0,24 \times$	_____ HP op. x \$ _____/lit.	$=$
b) Otras fuentes de energí3:			$=$
c) Lubricantes: $L = a P_e$			
Capacidad carter:	$C =$	<u>30</u> litros	
Cambios aceite:	$t =$	<u>100</u> horas	
$a = C/t + \frac{0,0035}{10,0030}$	$=$	<u>105</u> HP op. x <u>0,615</u> lit/hr	
$\therefore L = 0,615$ lit/hr	\times	<u>40,00</u> lit.	$= 24,60$
d) Llantas: $Li = \frac{Vil}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)			
Vida económica: $Hv =$	<u>2.550</u> horas		
$\therefore Li =$	$\frac{\$ 586.080}{2.550}$ horas	$=$	<u>229,84</u>
SUMA CONSUMOS POR HORA			\$ 296,44

III.- OPERACION.

Salarios: S			
operador:	\$	<u>540,00</u>	
<u>S. DESL</u>		<u>900,00</u>	
Sal/turno-prom:	\$	<u>900,00</u>	
Horas/turno-prom.: (H)			
$H = 8$ horas x <u>0,75</u> (factor rendimiento) =	<u>6</u> horas		
\therefore Operaci3n = $O = \frac{S}{H}$	$=$	$\frac{900,00}{6}$ horas	$= \$ 150,00$
SUMA OPERACION POR HORA			\$ 150,00

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 1.703,77

Ahora se hara una comparaci3n con una --
motoescrepa de menor capacidad para determinar--
asi la forma m1s econ3mica de hacer el acarreo.

Motoescrepa 613 B, capacidad = 8.4 m^3 .

Costo directo Hora-m1quina = \$ 1703.77

Peso de la m1quina vac1a = 14 030 kg.

Peso de la m1quina cargada = $14\ 030 + 1\ 600 \times 8.4 \times 0.8 = 24\ 782 \text{ kg}$.

Resistencia al rodamiento 50 kg/ton = 5% de pen--
diente.

Las resistencias por pendiente ser1n --
las mismas que las c1culadas anteriormente (in--
ciso e). Por lo tanto las resistencias totales
ser1n las mismas tambi3n. Con estos datos se --
entra a las gr1ficas proporcionadas por el fa--
bricante para una motoescrepa 613 B. (Ap3ndice--
Figs 20, 21 y 22)

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA CARGADA (IDA).			
TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x 0.65
200	12.5	3a.	8.125 km/hr.
300	10.0	3a.	6.50 km/hr.
400	19.0	4a.	12.35 km/hr.
400	39.0	4a.	25.35 km/hr.

TIEMPOS DE LA MOTOESCREPA.

CARGADA (IDA)		VACIA (REGRESO)	
TRAMO	TIEMPO	TRAMO	TIEMPO
200 m	1.48 min.	400 m	1.6 min.
300 m	2.77 min.	400 m	1.6 min.
400 m	1.94 min.	300 m	0.6 min.
400 m	0.95 min.	200 m	0.48 min.
TOTAL	<u>7.14 min.</u>	TOTAL	<u>4.28 min.</u>

TIEMPO TOTAL DEL CICLO. =

$$= \text{Carga}^{\xi} + \text{Acarreo} + \text{Maniobras y descarga}^{\xi} + \text{Regreso} = 0.90 + 7.14 + 0.70 + 4.28 = 13.02 \text{ min.}$$

NOTA: ξ tiempos sacados de tablas.

COSTO DEL M³ DEL MATERIAL MOVIDO EN BANCO.

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{60}{13.02} = 4.61 \text{ viajes}$$

por hora.

$$\text{Capacidad de la motoescropa en banco} = 8.4 \times 0.8 = 6.72 \text{ m}^3$$

$$\text{Producción} = 4.61 \times 6.72 = 31.0 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción real}} = \frac{\$ 1\,703.77}{31.0 \times 0.75} = \$ 73.33/\text{m}^3$$

MOTOESCREPA 613 B

$$\text{Costo por metro cúbico acarreado} = \$ 73.33/\text{m}^3$$

MOTOESCREPA 623 B

$$\text{Costo por metro cúbico acarreado} = \$ 68.70 /\text{m}^3$$

CONCLUSION: Es más económico hacer el acarreo con motoescrapas de mayor capacidad ya que entre más grande es ésta es mayor la producción y menor el costo por metro cúbico de material acarreado.

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA: <hr/> OBRA: <hr/>	Máquina: <u>CAMION WELTED</u> Modelo: <u>743 B 3.4 MB</u> Datos Adic.: <u>328</u>	Hoja No.: <u>4</u> Coicula: <u>R. S. C.</u> Revisó: Fecha:
DATOS GENERALES.		
Precio adquisicida: \$ <u>21 659 000.00</u> Equipo adicional: <u>LLANTAS (6)</u> <u>2 110 000.00</u> <hr/> Valor inicial (Vc): \$ <u>18 949 000.00</u> Valor rescate (Vr): <u>10</u> % = \$ <u>2 105 900.00</u> Tasa interes (i): <u>12</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Fecha cotización: <u>JUN 82</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año Motor: <u>DIESEL</u> de <u>650</u> HP. Factor operación: <u>0.7</u> Potencia operación: <u>455</u> HP.op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.1</u> Factor mantenimiento (Q): <u>1.0</u>	
I.- CARGOS FIJOS.		
a) Depreciación: $D = \frac{Vc - Vr}{Ve} = \frac{18\,949\,000 - 2\,105\,900}{5} = 3\,684.31$ b) Inversión: $I = \frac{Vc + Vr}{2 Ha} = \frac{18\,949\,000 + 2\,105\,900}{4000} = 4\,631.65$ c) Seguros: $S = \frac{Vc + Vr}{2 Ha} = \frac{18\,949\,000 + 2\,105\,900}{4000} = 4\,631.65$ d) Almacenaje: $A = KD = 0.1 \times 3\,684.31 = 368.43$ e) Mantenimiento: $M = QD = 1.0 \times 3\,684.31 = 3\,684.31$	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ <u>4 273.97</u>	
II.- CONSUMOS.		
a) Combustibles: E = e Pc Diesel: E = 0.20 x <u>455</u> HP.op. x \$ <u>200</u> /lt. = \$ <u>182.00</u> Gasolina: E = 0.24 x _____ HP.op. x \$ _____ /lt. = _____ b) Otras fuentes de energía: _____ = _____ c) Lubricantes: L = o Pa Capacidad cartier: C = <u>32</u> litros Cambios aceite: t = <u>100</u> horas $a = C/t + \frac{10\,0035}{10\,0030} \times 455 \text{ HP.op.} = 1.68 \text{ lt/hr}$ $\therefore L = 1.68 \text{ lt/hr} \times 40.00 \text{ /lt.} = 67.40$ d) Llantas: $L = \frac{Vc}{Hv} \text{ (valor llantas)}$ Vida económica: $Hv = 1500$ horas $\therefore L = \frac{2\,110\,000.00}{1500} = 1406.66$	SUMA CONSUMOS POR HORA \$ <u>1656.06</u>	
III.- OPERACION.		
Salarios: S operador: \$ <u>540.00</u> S. REAL <u>1000.00</u> <hr/> Sal/turno-prom: \$ <u>1000.00</u> Horas/turno-prom: <u>(H)</u> $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$ $\therefore \text{Operación} = \frac{S}{H} = \frac{1000}{6} = 166.67$	SUMA OPERACION POR HORA \$ <u>166.67</u>	
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ <u>6 696.70</u>		

Para el caso en que solo se contara con cargadores y camiones para efectuar el acarreo se puede establecer también una comparación entre camiones de diferente capacidad para así poder determinar en este caso la opción más económica.

Se hará la comparación entre un camión 769 C y un 773 B los dos de la marca Caterpillar y para cargar los camiones se utilizará un cargador 988 B en ambos casos.

Cargador frontal 988 B, con capacidad de 6.0 m^3
 Camión 769 C, con capacidad de 22.0 m^3
 Camión 773 B, con capacidad de 31.4 m^3
 Costo directo Hora-máquina (cargador) = \$ 5142.87
 Costo directo Hora-máquina (camión 773B) =
 \$ 6 096.70
 Resistencia al rodamiento = 50 kg/ton = 5% de pendiente.

Las resistencias por pendiente serán las mismas que las calculadas en el inciso "e". Por lo tanto las resistencias totales serán las mismas también. Con estos datos se entra a las gráficas proporcionadas por el fabricante para el camión 773 B. (Apéndice Figs. 23, 24, 25 y 26)

VELOCIDADES DEL CAMIÓN CARGADO (IDA)

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x 0.65
200	20.0	I A.	13.0 km/hr.
300	16.0	II A.	10.4 km/hr.
400	32.0	III A.	20.8 km/hr.
400	60.0	IV A.	39.0 km/hr.

VELOCIDADES DEL CAMION VACIO (REGRESO).

TRAMO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	TRANSMISION	VELOCIDAD MEDIA VELOCIDAD x 0.65
400	64.5	7a.	41.9 km/hr.
400	64.5	7a.	41.9 km/hr.
300	64.5	7a.	41.9 km/hr.
200	64.5	7a.	41.9 km/hr.

TIEMPOS DEL CAMION.

CARGADO (IDA)		VACIO (REGRESO)	
TRAMO	TIEMPO	TRAMO	TIEMPO
200 m	0.92 min.	400 m	0.57 min.
300 m	1.73 min.	400 m	0.57 min.
400 m	1.15 min.	300 m	0.43 min.
400 m	0.61 min.	200 m	0.29 min.
TOTAL	<u>4.41 min.</u>	TOTAL	<u>1.86 min.</u>

Producción del cargador = $4.8 \text{ m}^3/\text{ciclo}$.

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 35 seg = 0.58 min/ciclo.

Ciclos por hora = 103 ciclos/hr.

Para cargar un camión de 31.4 m^3 son necesarios $31.4/4.8 = 6.54 = 7$ ciclos de operación del cargador o sea que son necesarios $0.58 \text{ min} \times 7 = 4.06 \text{ min}$ para cargar 31.4 m^3

TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL CAMION. =

= Tiempo de reemplazo de los camiones + Tiempo de cargado + Tiempo de ida + Tiempo de maniobras y descarga + Regreso.

= $0.70 + 4.06 + 4.41 + 1.00 + 1.86 = 12.03 \text{ min.}$

Número de viajes por hora = $\frac{50 \times 0.75}{12.03} = 3.74$

Volumen por hora = $3.74 \times 31.4 = 117.44 \text{ m}^3/\text{hr.}$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{6\,096.70}{117.44 \times 0.8} = \$ 64.89/\text{m}^3$$

NUMERO DE CAMIONES:

$$\begin{aligned} \text{Producción del cargador} &= 494.4 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0.75 = \\ &370.8 \text{ m}^3/\text{hr}. \end{aligned}$$

$$\frac{370.8}{117.44 \times 0.8} = 3.94 = 4 \text{ camiones}$$

$$\text{El factor por camiones esperando es: } \frac{4}{3.94} = 1.01$$

$$64.89 \times 1.01 = \$ 65.54/\text{m}^3$$

COSTO TOTAL: ACARREO MAS CARGA.

Carga	\$ 10.40	/m ³
Acarreo	\$ 65.54	/m ³
TOTAL	\$ 75.94	/m ³

De los cálculos de la opción anterior se tiene que, utilizando cargador 988 B y camión 769 C, EL COSTO POR METRO CUBICO ACARREADO ES DE \$ 80.67 /m³.

Utilizando cargador 988 B y camión 773-B. EL COSTO POR METRO CUBICO ACARREADO ES DE -- \$ 75.94 /m³

CONCLUSION: En este caso al igual que los anteriores es más económico hacer los acarreos con el equipo de mayor capacidad.

CONCLUSION GENERAL:

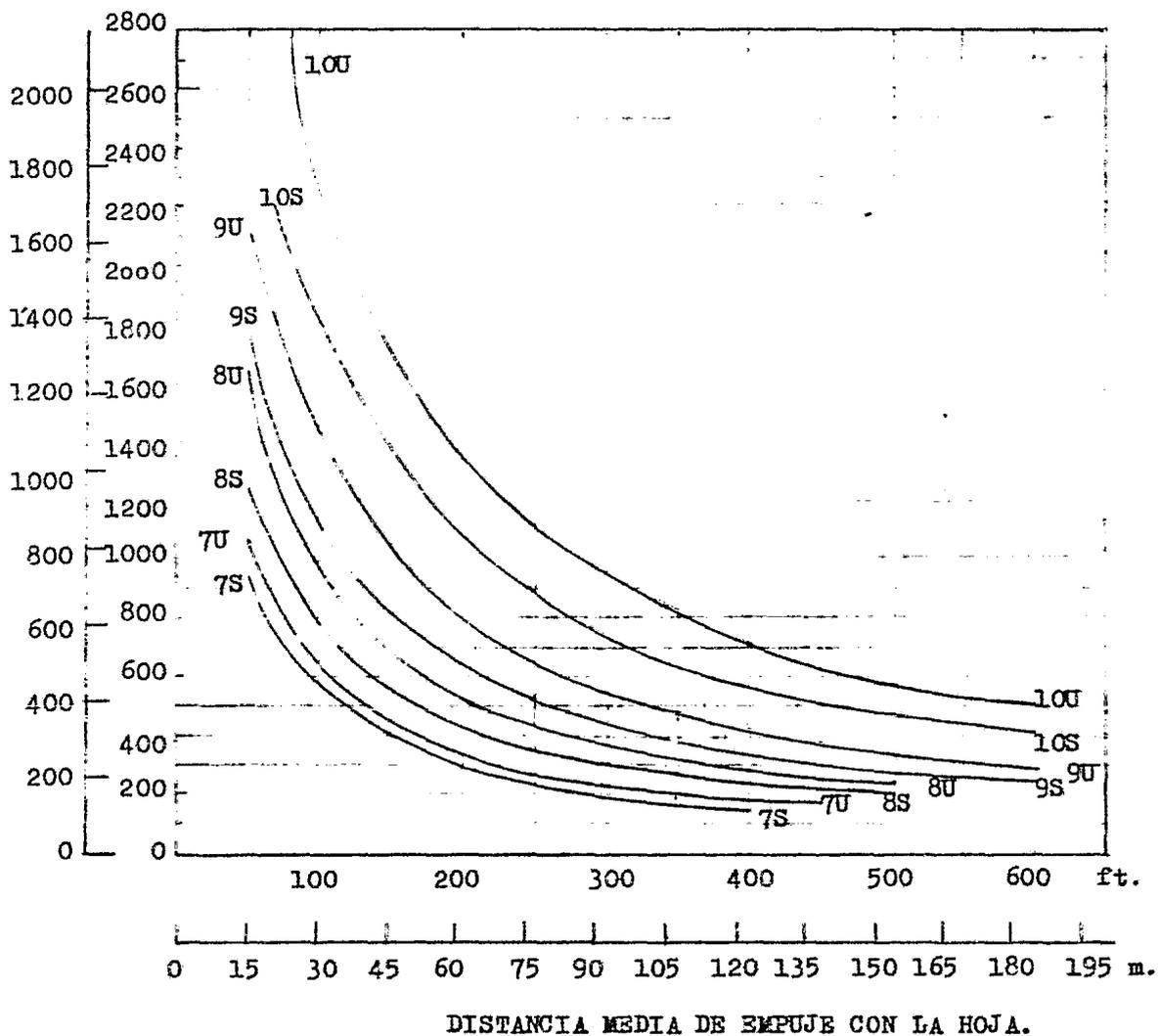
EN EL EQUIPO PESADO DE ACARREO ES MEJOR UTILIZAR LAS UNIDADES DE MAYOR CAPACIDAD, PUES ESTAS NOS DAN MAYOR PRODUCCION A MAS BAJO COSTO.

PARA DISTANCIAS QUE OSCILAN ENTRE 200 y
3 000 M. LA FORMA MAS ECONOMICA DE HACER EL ACÁ
RREO ES CON MOTOESCREPAS ^c

A P E N D I C E .

PRODUCCION ESTIMADA.

$m^3/s/h$ $yd^3/s/h$



GRAFICAS DE PRODUCCION TEORICA.

Fig. 1

Hojas Empujadoras Producción
con hojas rectas (S)

PRODUCCION ESTIMADA con hoja recta en el D3, D4, D5, D6, 814 y 824.

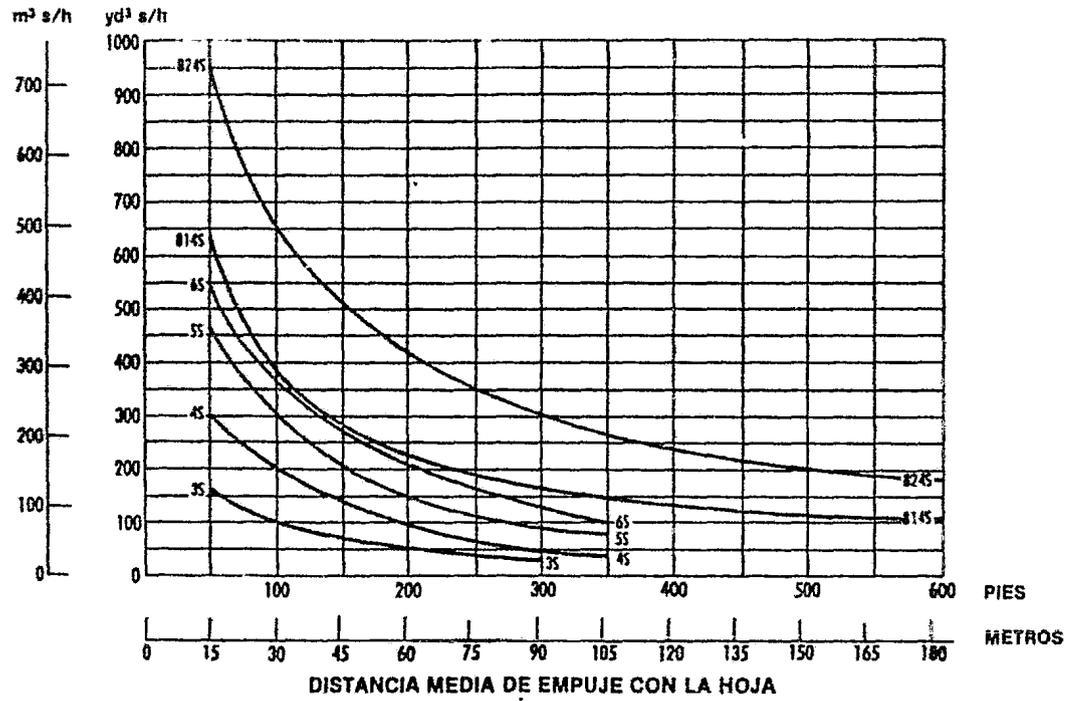


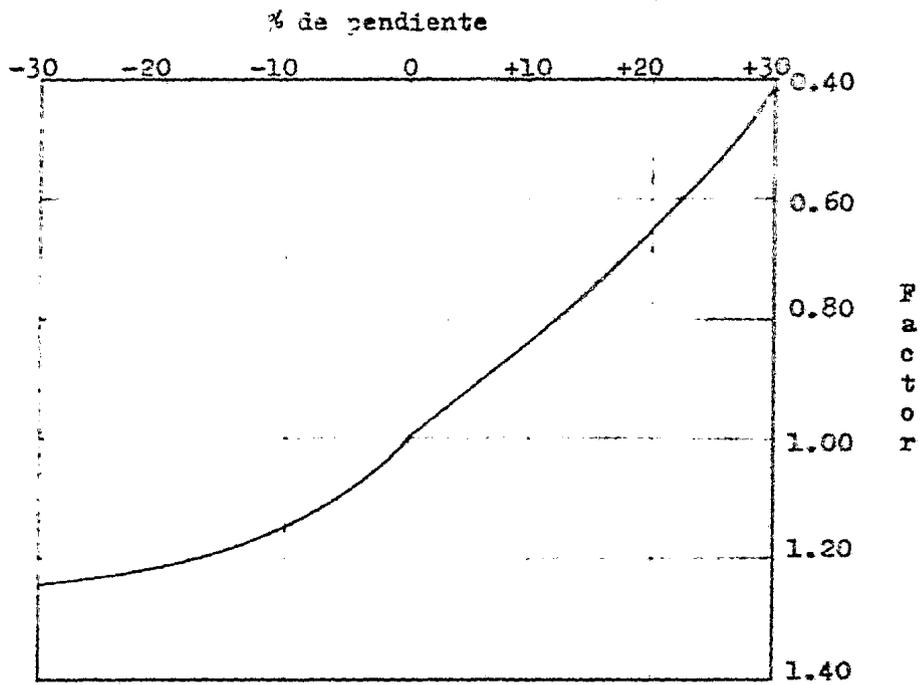
Fig. 2

NOTA: Consulte los factores de corrección en la página siguiente. (Esta gráfica se basa en gran número de pruebas y estudios hechos en diversas condiciones de trabajo).

FACTORES DE CORRECCION SEGUN LAS CONDICIONES DE TRABAJO

	TRACTOR DE CADENAS	TRACTOR DE RUEDAS
OPERADOR:		
Exelente	1.00	1.00
Bueno	0.75	0.60
Deficiente	0.60	0.50
MATERIAL :		
Suelto y amontonado	1.20	1.20
Dificil de cortar; congelado:		
con cilindro de inclin. lateral	0.80	0.75
sin cilindro de inclin. lateral	0.70	-
hoja con control de cable	0.60	-
Dificil de empujar; se apelmaza (seco. no cohesivo) o material muy pegajoso.	0.80	0.80
Rocas desgarradas o de voladura	0.60-0.80	-
EMPUJE POR METODO DE ZANJA	1.20	1.20
CON DOS TRACTORES JUNTOS	1.15-1.25	1.15-1.25
VISIBILIDAD:		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, obscur.	0.80	0.70
EFICIENCIA DEL TRABAJO:		
50 min/h	0.84	0.84
40 min/h	0.67	0.67
TRANSMISION DIRECTA:		
Tiempo fijo de 0.1 min.	0.80	-
HOJAS:		
De giro horizontal (A)	0.50-0.75	-
Hoja amortiguadora (C)	0.50-0.75	0.50- 0.75
Hoja U para mat. liviano (carbon)	1.20	1.20
Hoja de tipo caja(amontona)	1.30	1.30
PENDIENTES: Ver gráfica sig.		

Tabla 1



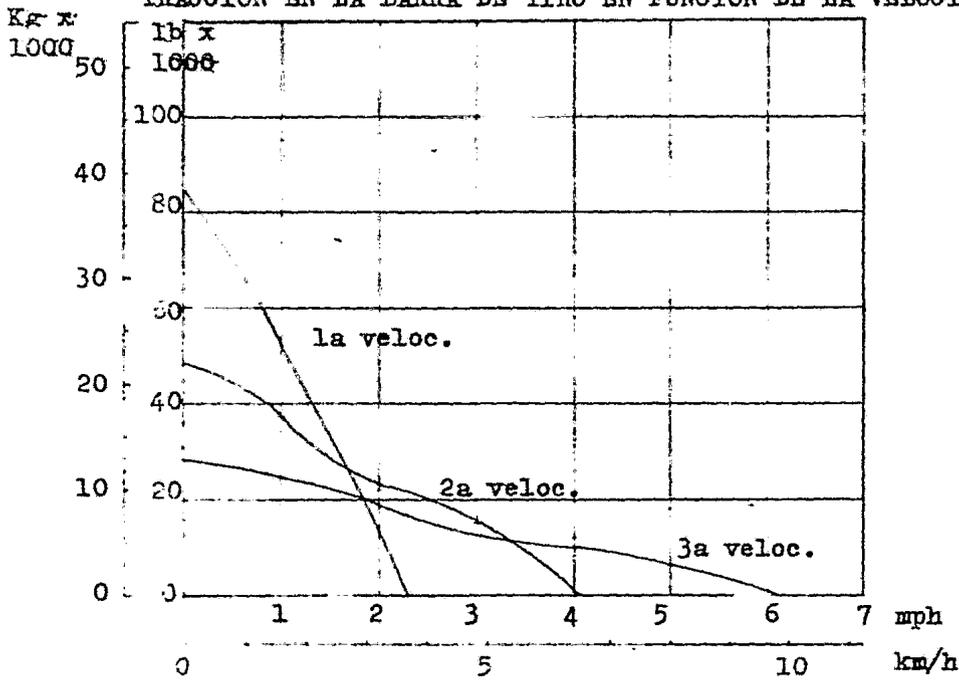
NOTA:

- (-) Favorable
- (+) Desfavorable

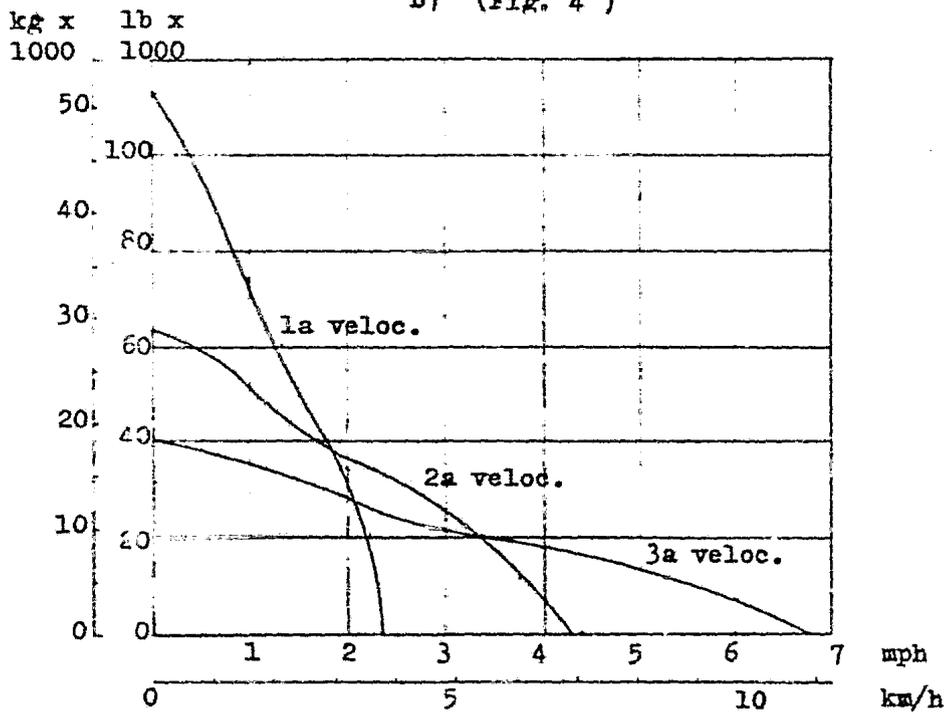
% de pendiente según el factor de empuje

Fig. 3

TRACCION EN LA BARRA DE TIRO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD.



D7 (Fig. 4)



D8 (Fig. 5)

D9

kg x 1000 lb x 1000

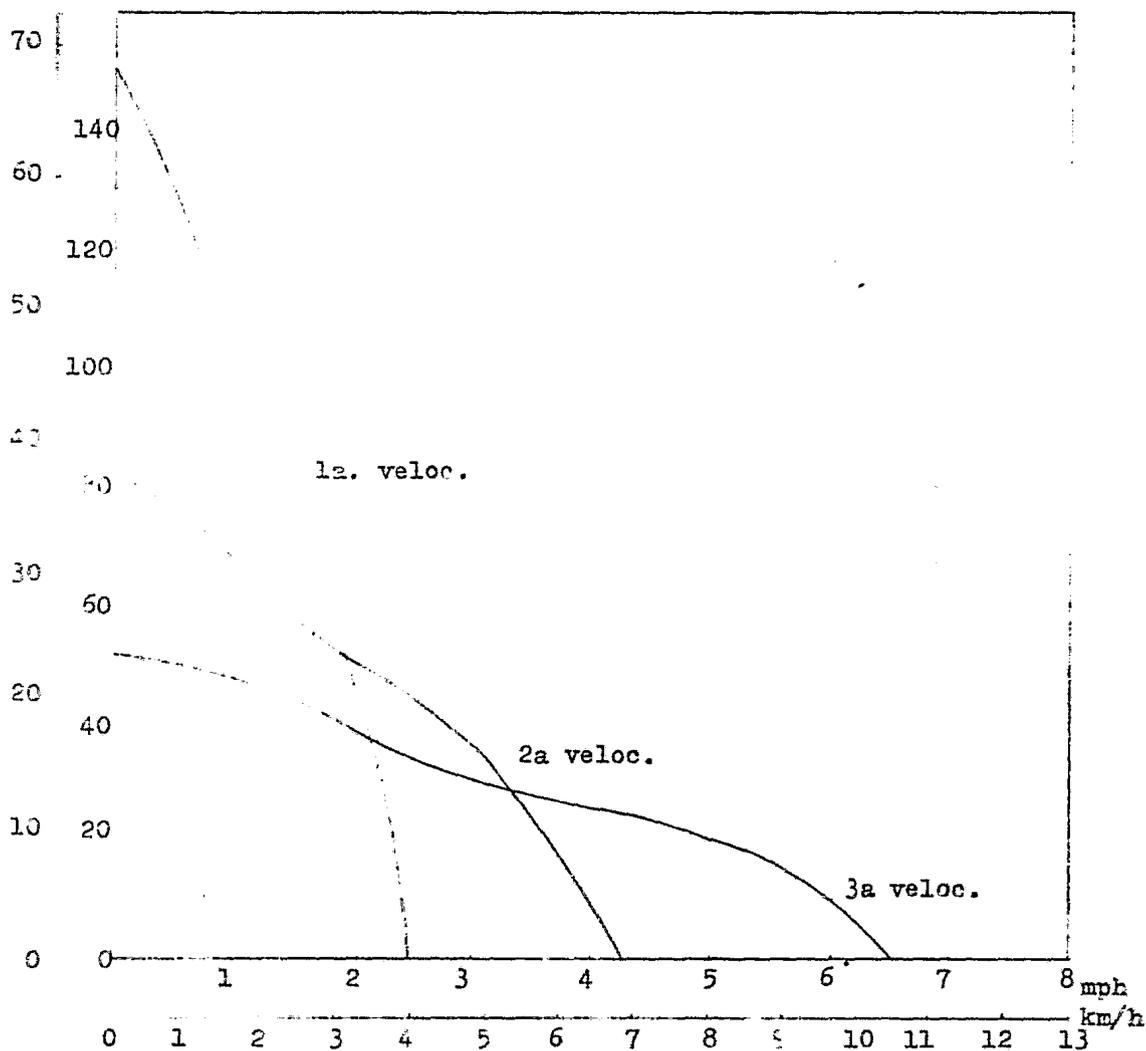
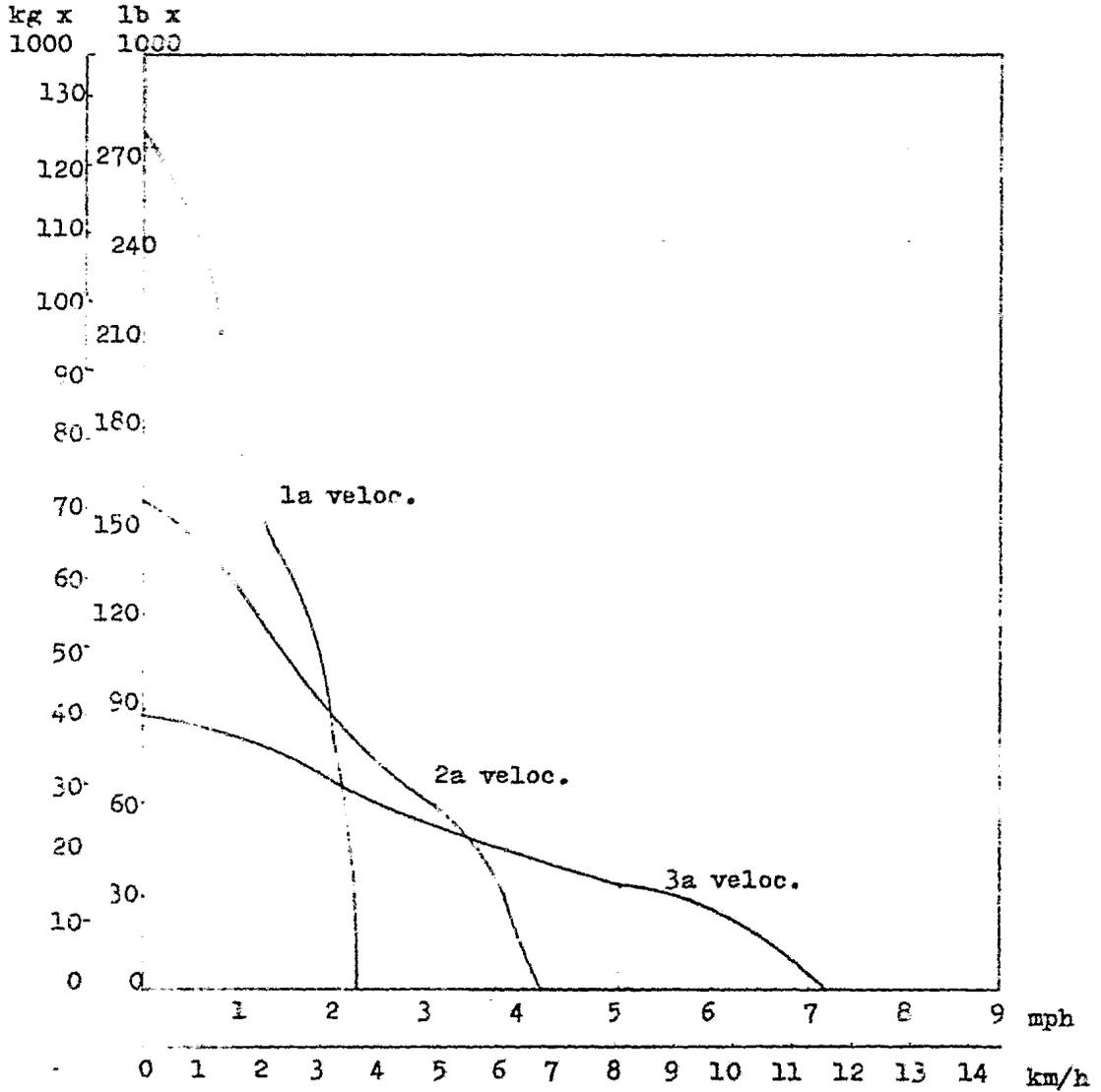


Fig. 6



D10

Fig. 7

CARACTERISTICAS APROXIMADAS DE LOS MATERIALES

Material	Kg por m ³ en Banco	% de Expansión	Factor Volumét. de Conversión	Kg por m ³ de Mat. suelto
Arcilla en Banco	1750	40	0.72	1260
Arcilla y grava: secas	1360	40	0.72	1150
mojadas	1550	40	0.72	1320
Carbón en el Yacimiento:				
Antracita	1600	35	0.74	1190
Bituminoso	1280	35	0.74	950
Tierra común, Margá:				
secas	1550	25	0.80	1250
mojadas	2000	25	0.80	1600
Grava de 6 a 51 mm:				
seca	1890	12	0.89	1680
mojada	2250	12	0.89	2000
Yeso	2800	74	0.57	1600
Mineral de Hierro:				
magnetita	3280	33	0.75	2780
pirita	3040	33	0.75	2670
hematites	2900	33	0.75	2460
Piedra Caliza	2610	67	0.60	1550
Arena seca, suelta	1600	12	0.89	1420
húmeda, compacta	2070	12	0.89	1850
Arenisca	2550	54	0.65	1510
Roca Trapeana	2620	65	0.61	1530

Tabla 2

FIG. 12

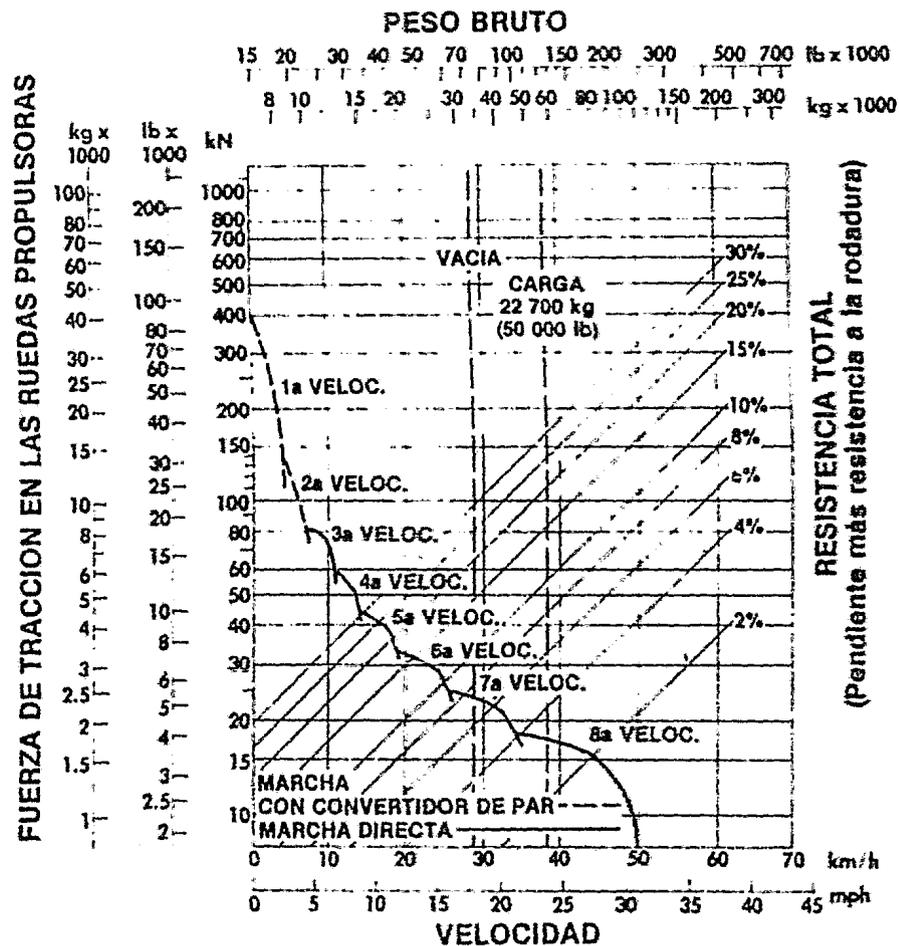
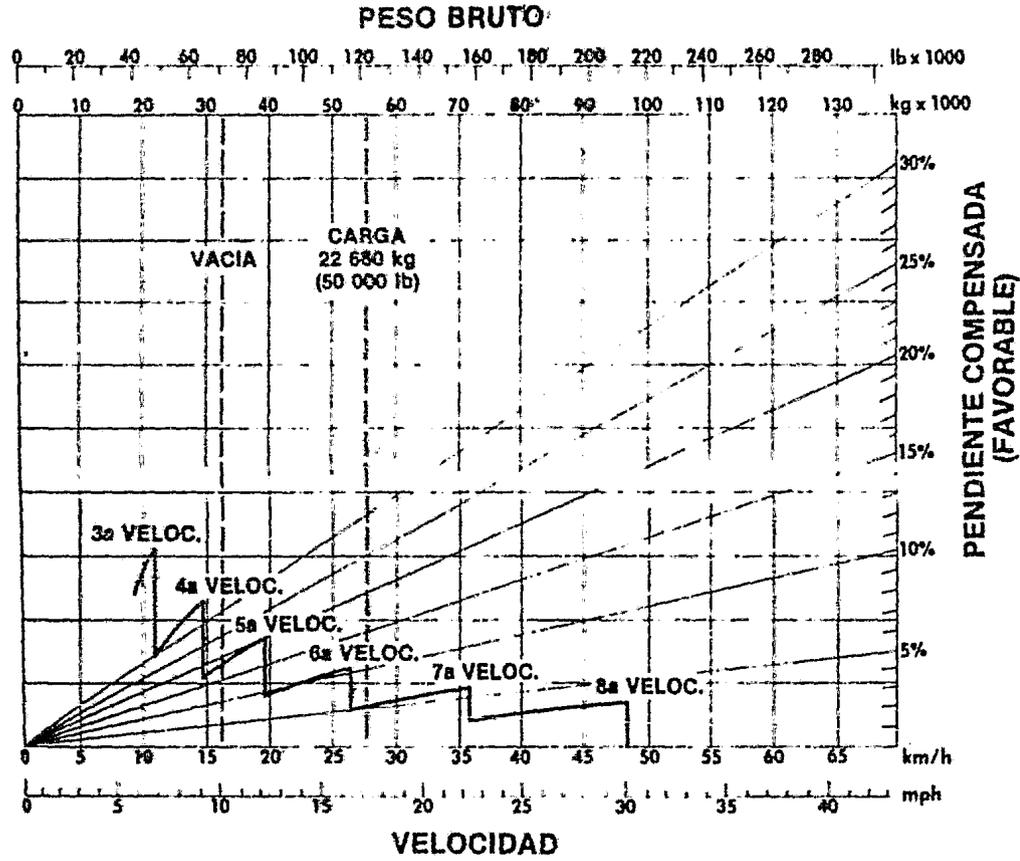


FIG. 13



TIEMPOS FIJOS TIPIICOS PARA MOTOCREPAS.

MODELO	TIPO DE CARGA	TIEMPO DE CARGA (min.)	MANTORPAS Y DESCARGA (min.)
613R	Autocargadora	0.9	0.7
621R	Un D8K	0.7	0.7
623R	Autocargadora	0.9	0.7
627R	Un D8K	0.6	0.6
627R/ T. y E.	Autocargadora	0.8 ^{&}	0.7
631D	Un D9	0.7	0.7
633D	Autocargadora	0.9	0.7
637D	Un D9	0.6	0.6
637D T. y E.	Autocargadora	0.9 ^{&}	0.7
639D	Autocargadora	1.0	0.7
641R	Dos D9	0.7	0.7
651B	Dos D9	0.7	0.7
657R	Dos D9	0.5	0.6
657R T. y E.	Autocargadora	1.0 ^{&}	0.7

NOTA:

Las condiciones del trabajo pueden hacer variar los tiempos.

& = Tiempo de carga del par de máquinas, incluso el tiempo de transferencia.

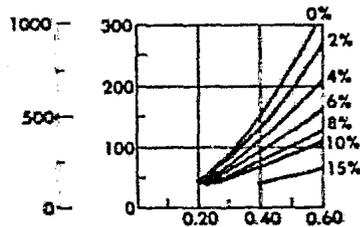
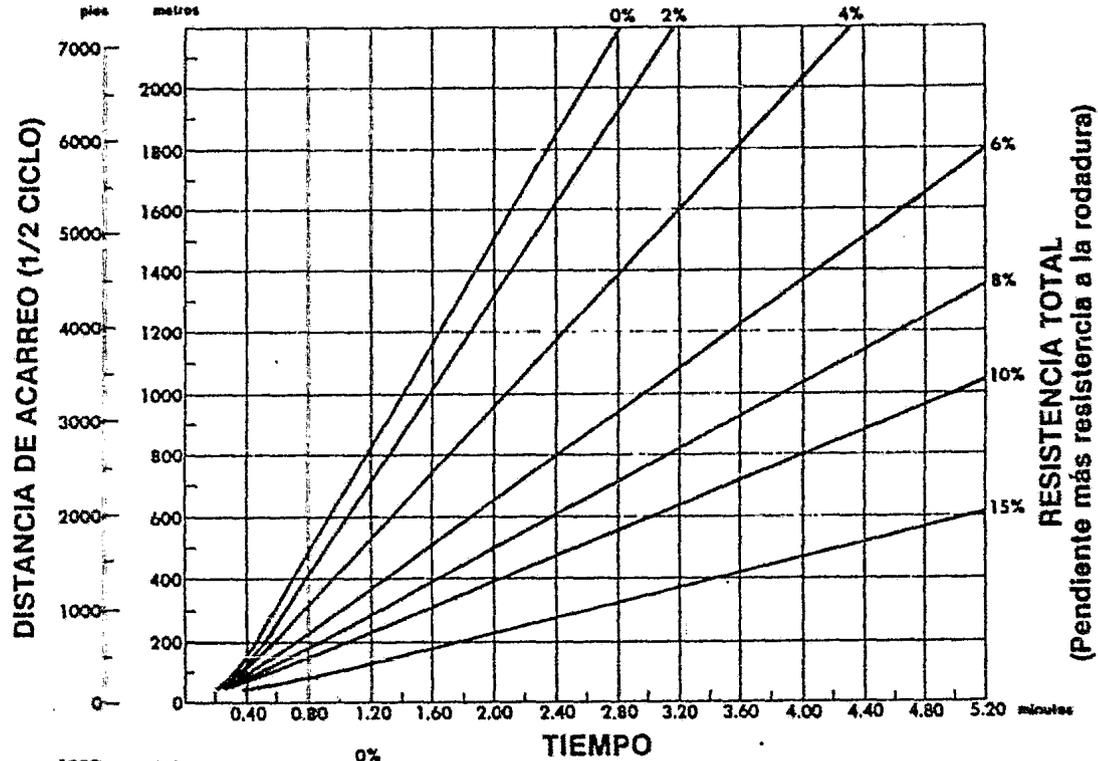
Tabla 3

...otrailas de ruedas

LA 623B CARGADA

- Tiempo en función de la distancia
- Neumáticos 29.5-29

FIG. 14



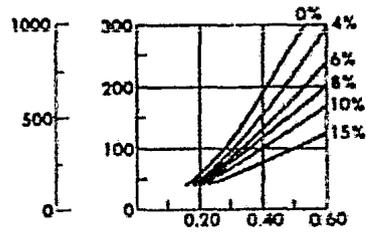
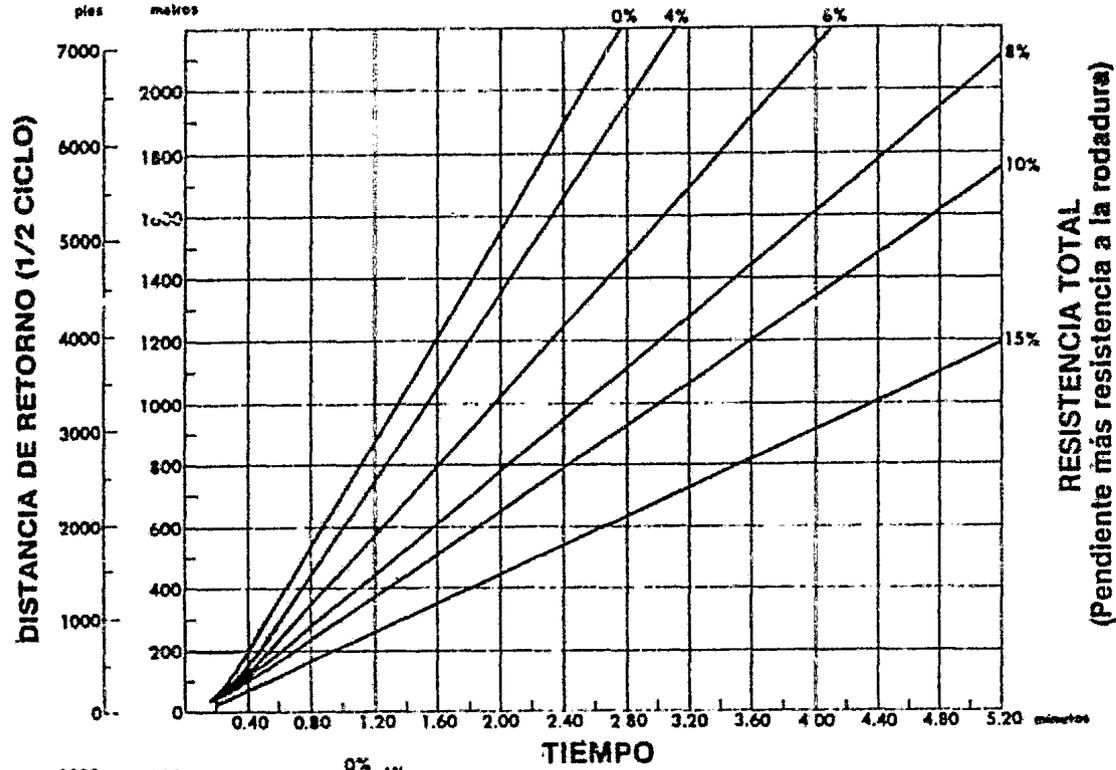
Peso del vehículo vacío: 32 280 kg (71 160 lb)
Carga útil: 22 680 kg — 12.7 m³b (50 000 lb — 16.7 yd³b)

Fig. 15

LA 623B VACIA

- Tiempo en función de la distancia
- Neumáticos de 29.5-29

Mototrailles de ruedas



Peso del vehículo vacío 32 280 kg (71 160 lb)

Fig. 16

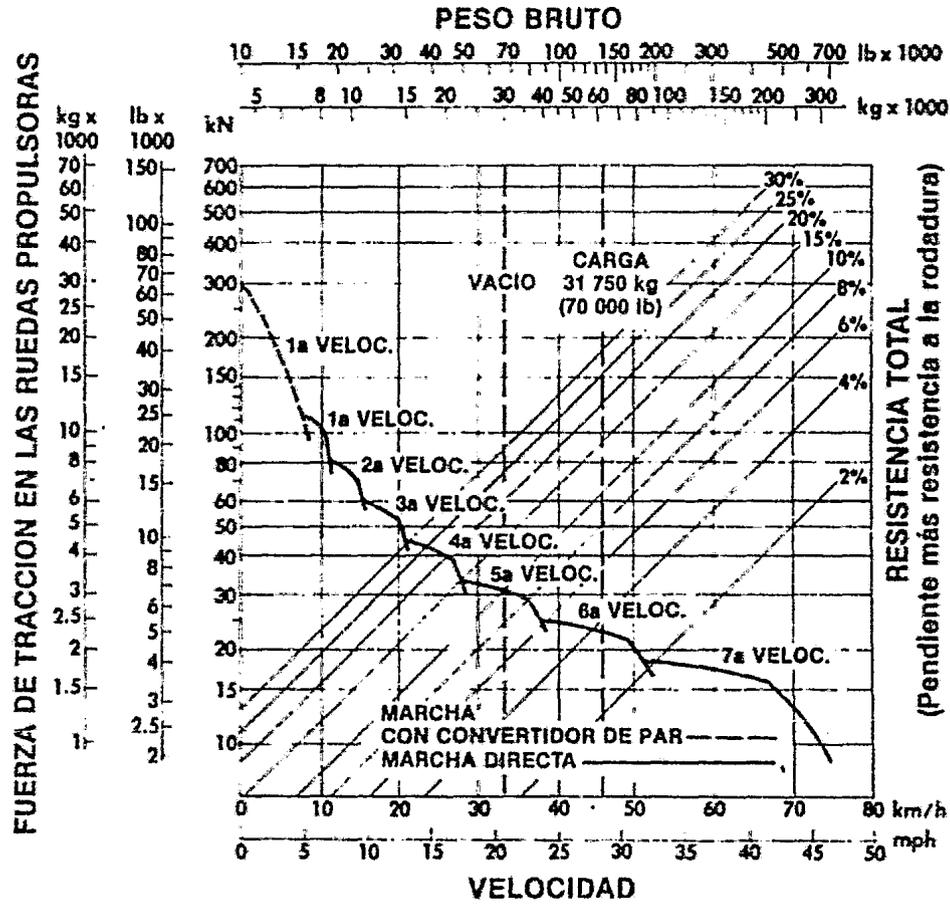


Fig. 17

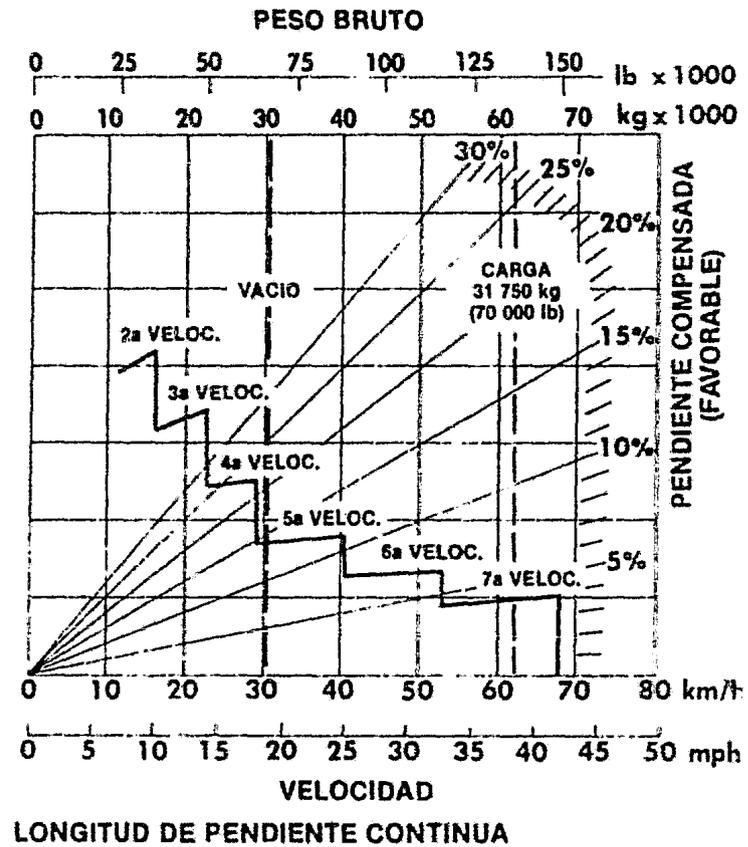
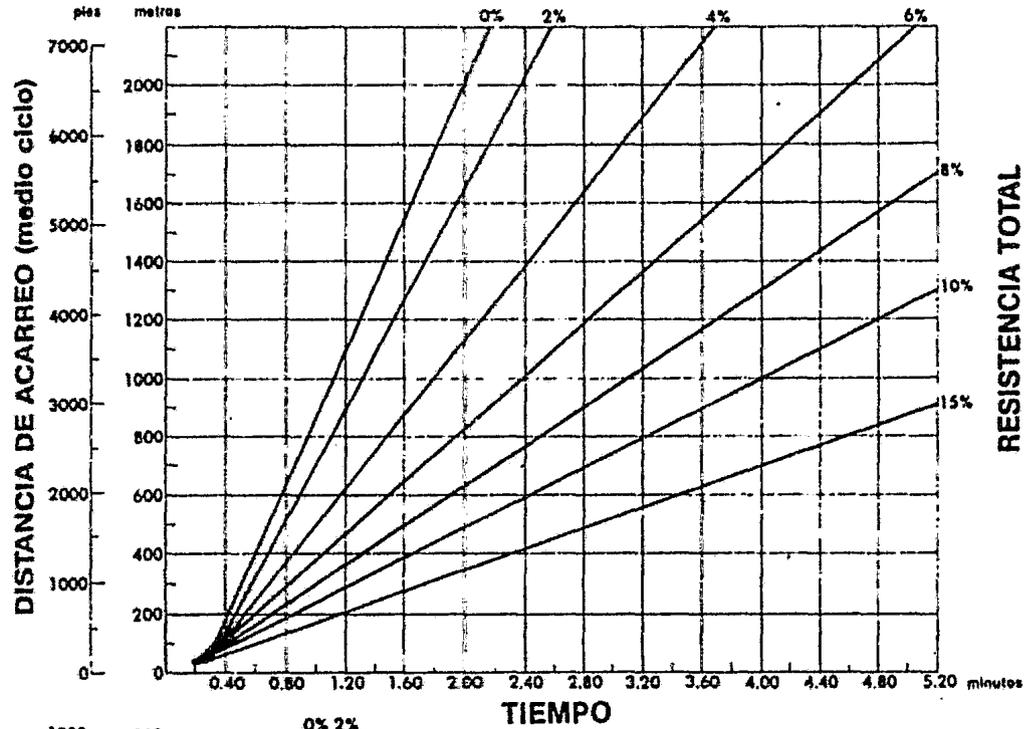


Fig. 18



RESISTENCIA TOTAL
(Pendiente más resistencia a la rodadura)

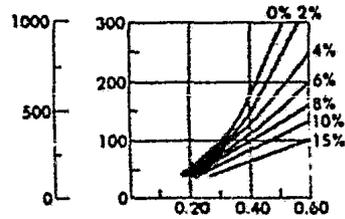
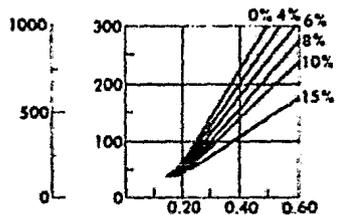
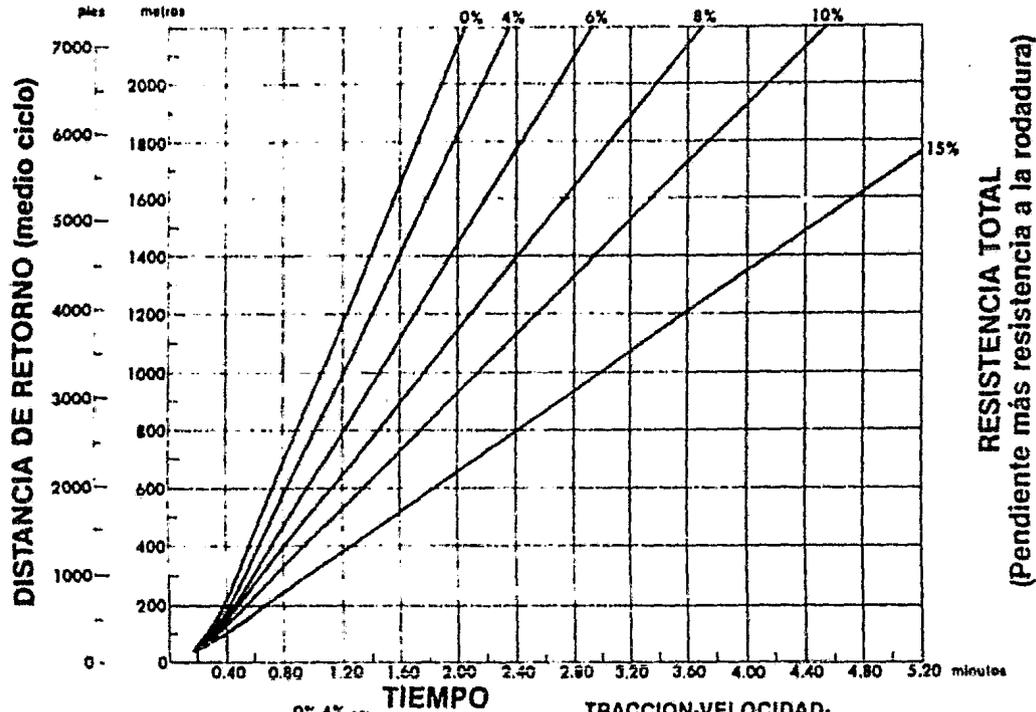


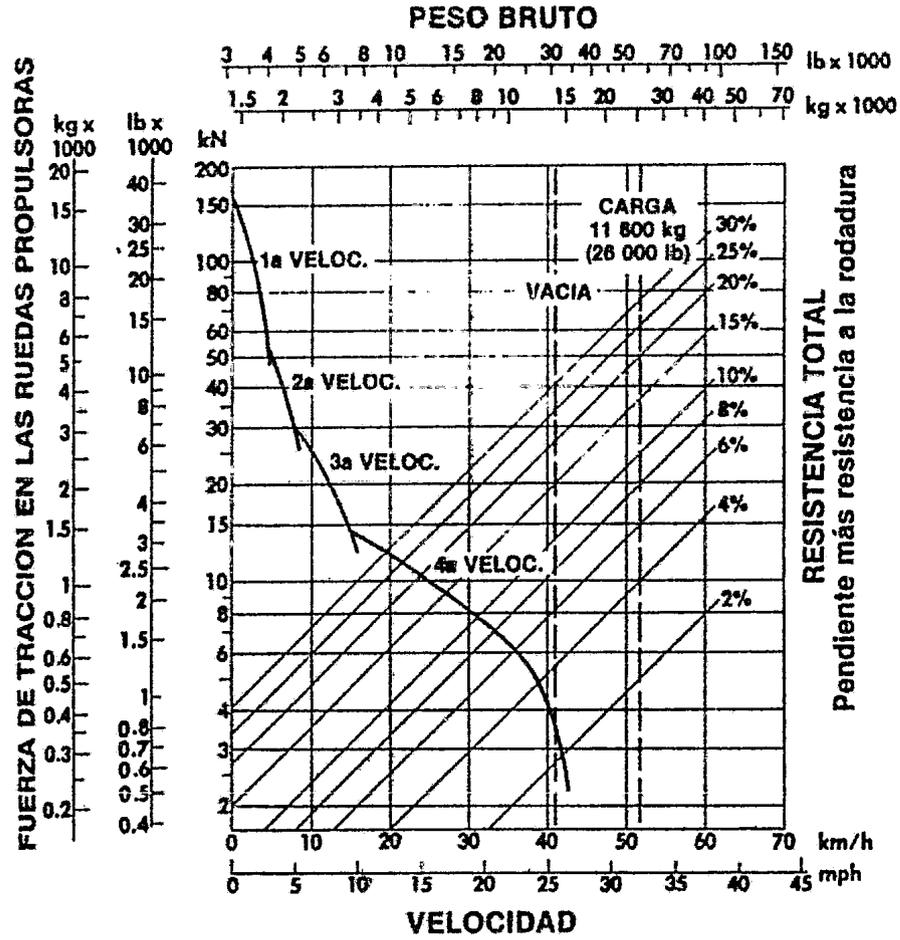
Fig. 19



**TRACCION-VELOCIDAD-
RENDIMIENTO EN PENDIENTES**

Cómo obtener el rendimiento en pendientes: A partir del peso bruto, descienda hasta la diagonal con el % respectivo de inclinación de la resistencia total, (Esta es igual al % de la pendiente, más el 1% por cada 10 kg/t - 20 lb/ton - de resistencia a la rodadura.) Desde el punto peso-resistencia pase horizontalmente hasta la curva con la marcha más alta obtenible, y de ahí descienda hasta la escala inferior de la gráfica. Hallará la velocidad máxima que puede usar. La tracción utilizable en las ruedas depende de las condiciones del suelo y del peso total sobre las ruedas propulsoras.

Fig. 20

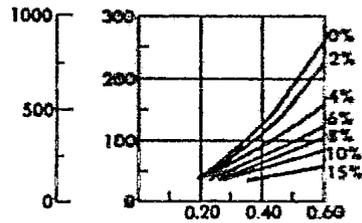
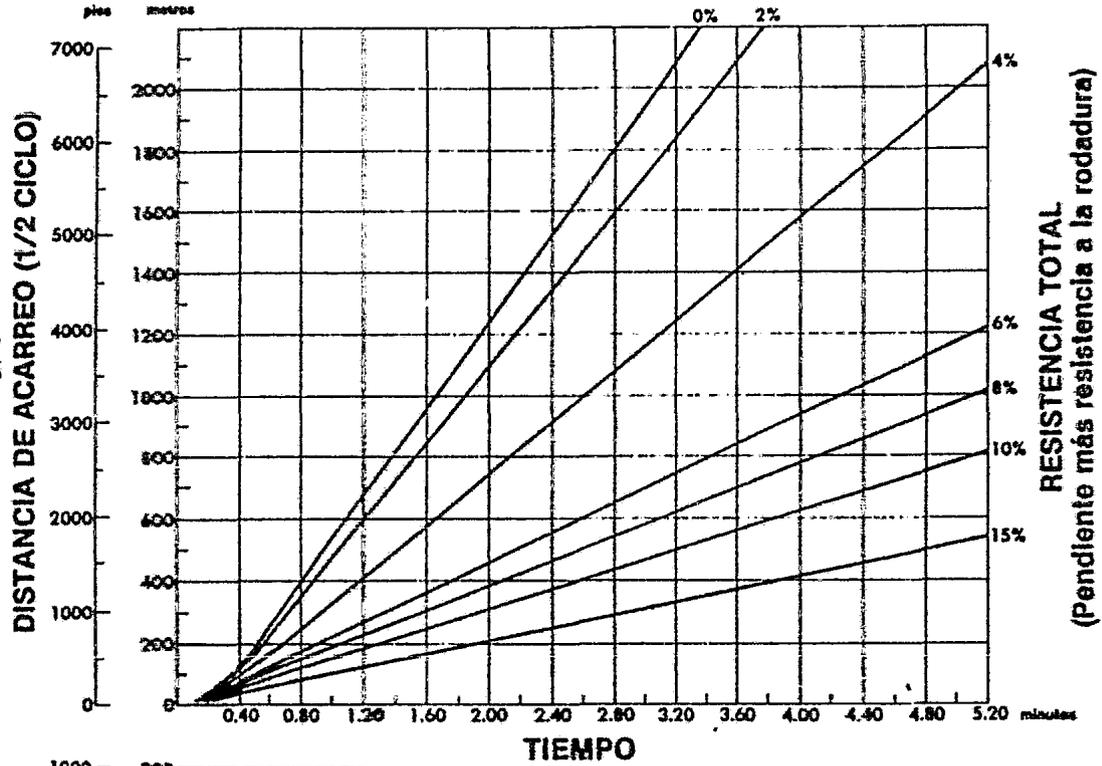


Mototrailas de ruedas

La 613B CARGADA

- Distancia en función del Tiempo
- Neumáticos de 18.00-25

FIG. 21



Peso del vehículo vacío: 14 000 kg (30 940 lb).
 Carga útil: 11 790 kg — 6,6 m³b (26 000 lb — 8,7 yd³b)

LA 613B VACIA

- Distancia en función del Tiempo
- Neumáticos de 18.00-25

Mototrailas de ruedas

R1R. 22

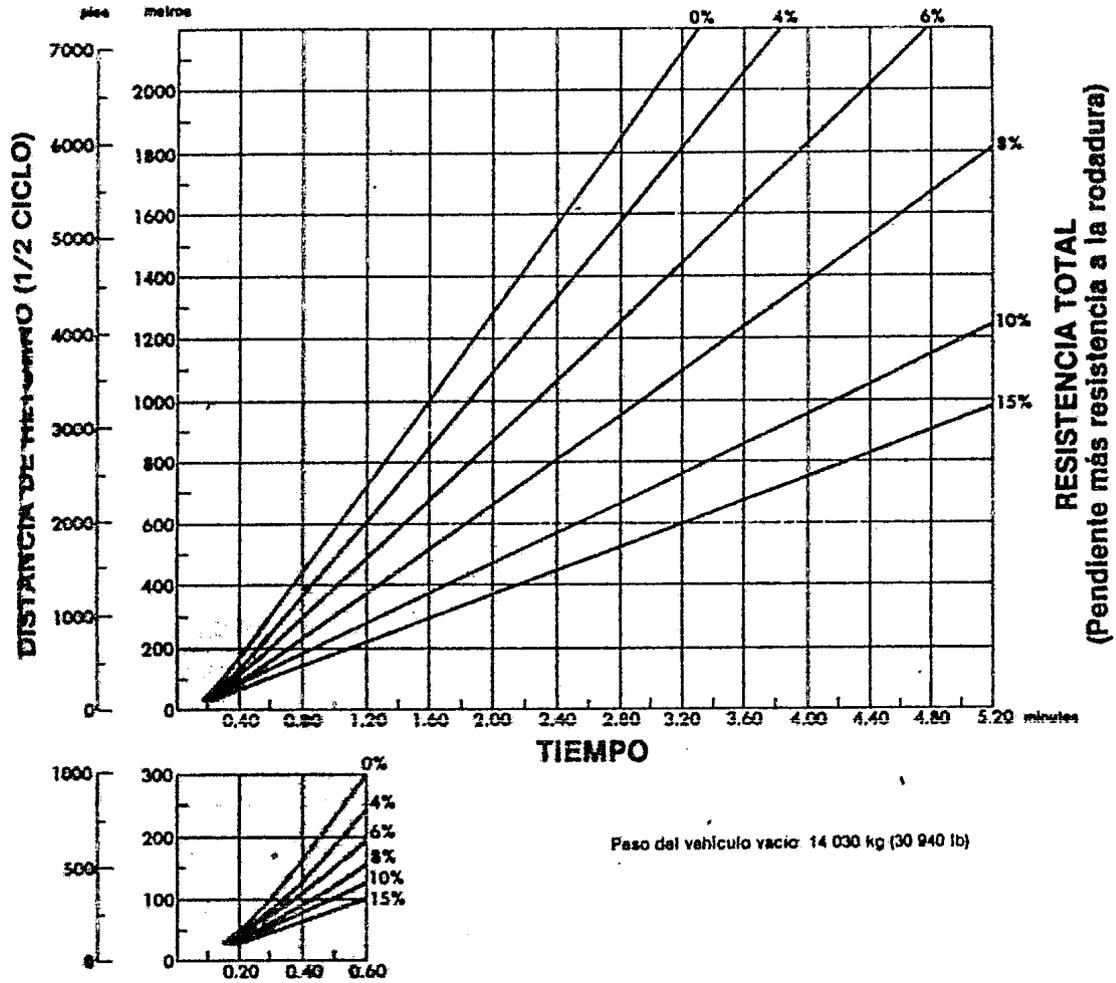


Fig. 23

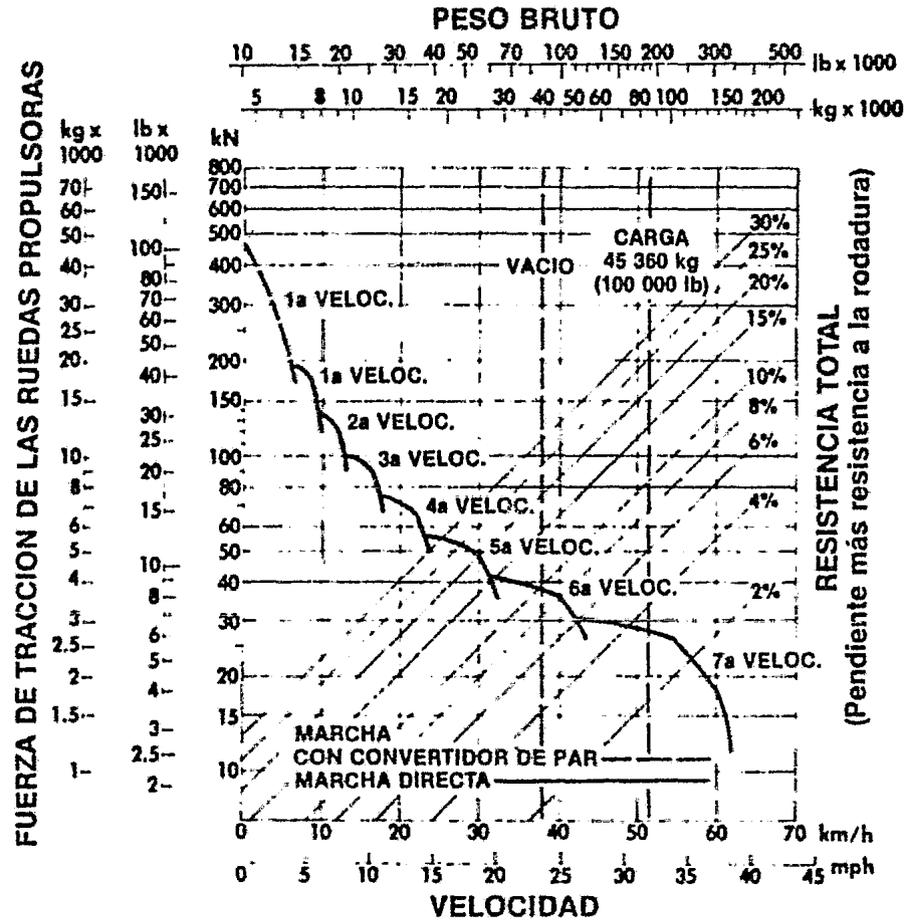
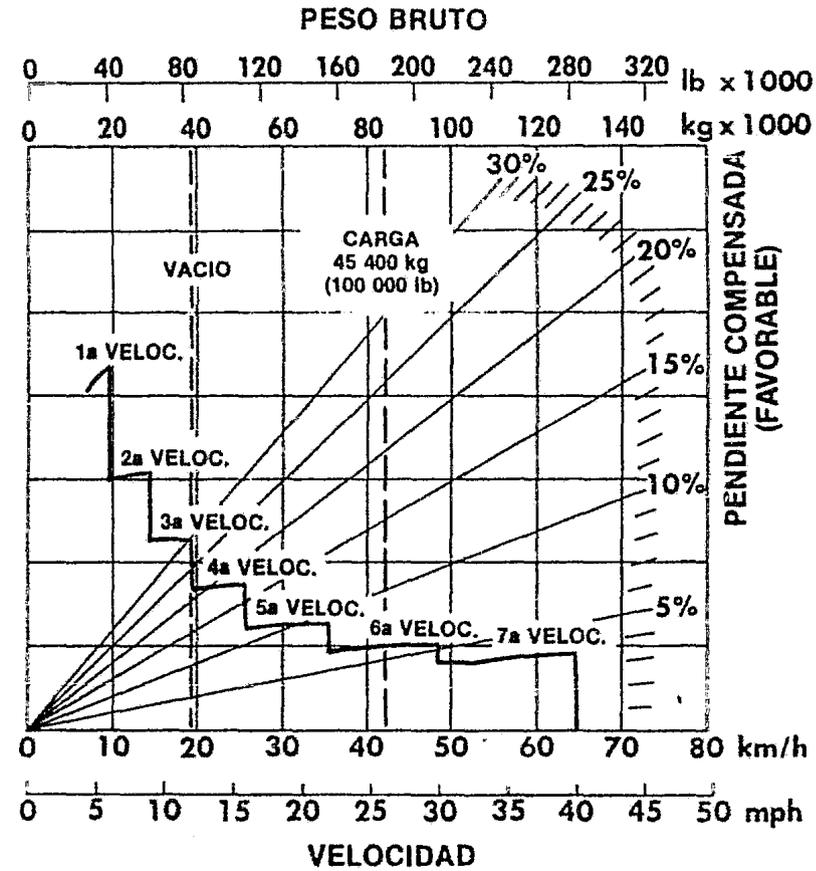


Fig. 24



RENDIMIENTO DE LOS FRENO DEL 773B

773B
 Tiempo de acarreo del ~~700~~ cargado
 • Neumáticos de 21.00 x 35

Camiones de obras

17 0213

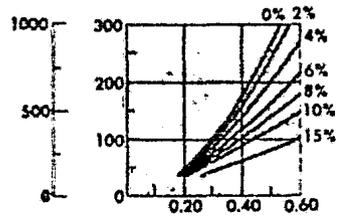
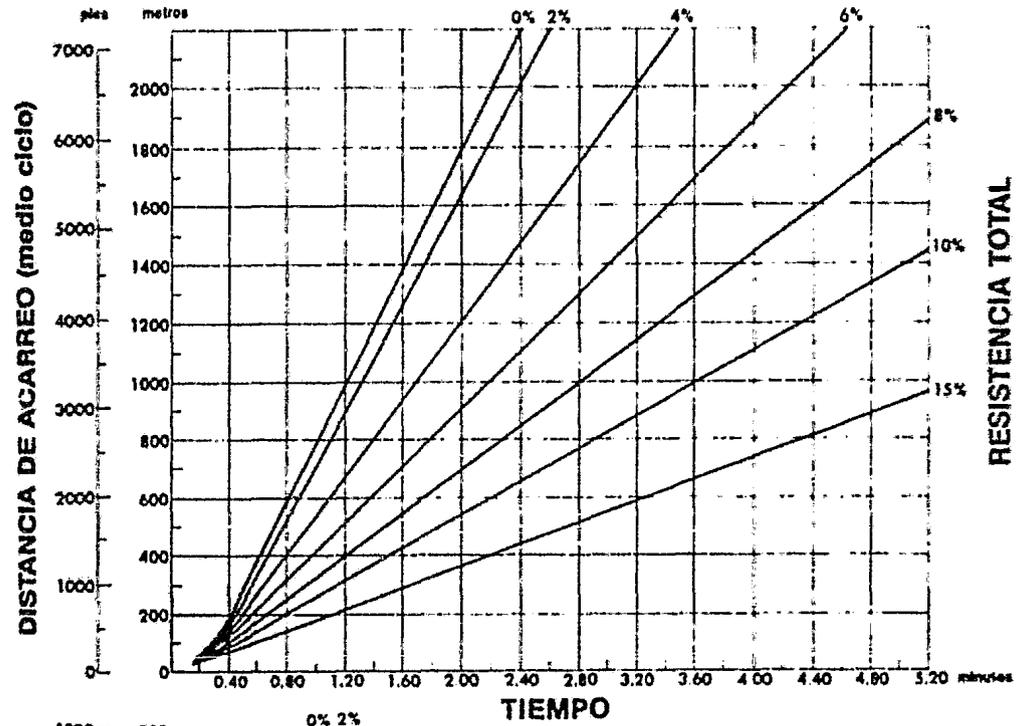
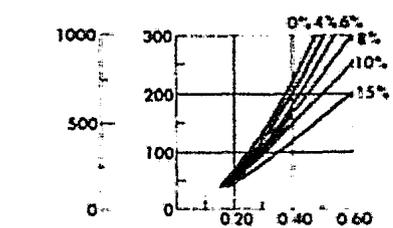
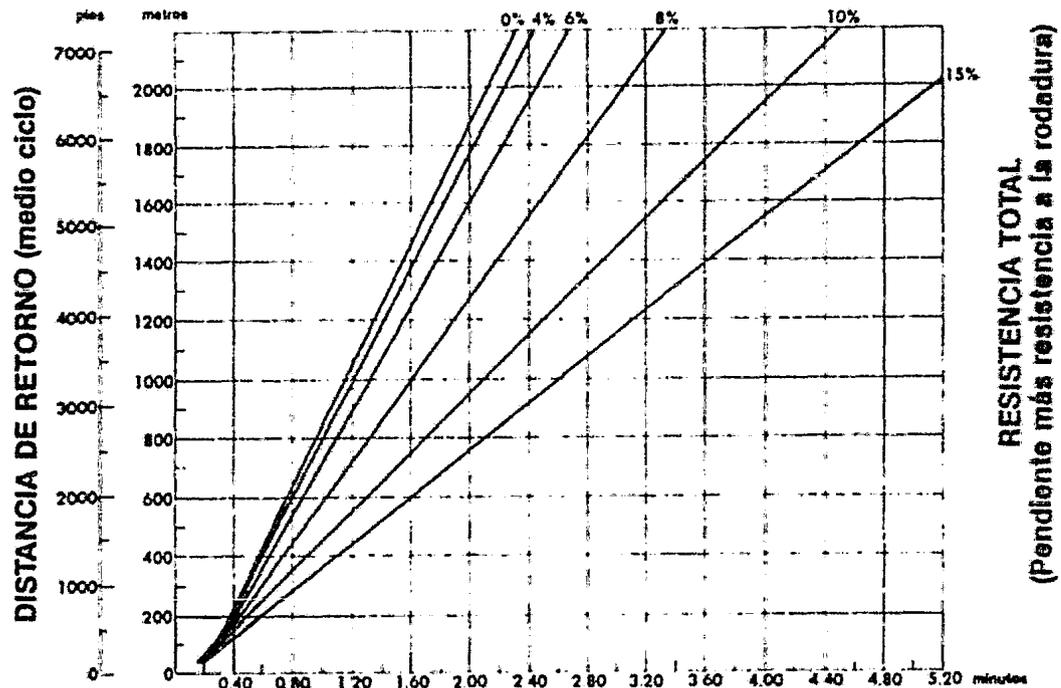


Fig. 26



TRACCION-VELOCIDAD-RENDIMIENTO EN PENDIENTES

Cómo obtener el rendimiento en pendientes: A partir del peso bruto, descienda hasta la diagonal con el % respectivo de inclinación de la resistencia total. (Esta es igual al % de la pendiente, más el 1% por cada 10 kg/t - 20 lb/ton - de resistencia a la rodadura.) Desde el punto peso-resistencia pase horizontalmente hasta la curva con la marcha más alta obtenible, y de ahí descienda hasta la escala inferior de la gráfica. Hallará la velocidad máxima que puede usar. La tracción utilizable en las ruedas depende de las condiciones del suelo y del peso total sobre las ruedas propulsoras.

RESISTENCIA TOTAL
 (Pendiente más resistencia a la rodadura)

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Apuntes de la clase de Construcción Pesada
Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.)
- 2.- Apuntes del curso de Movimiento de Tierras
C.E.C. Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.)
- 3.- Apuntes del curso de Equipo de Construcción
C.E.C. Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.)
- 4.- Apuntes de la clase de Construcción I.
Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.)
- 5.- Manual de Métodos y Equipo Caterpillar.
Caterpillar Tractor Co. Edición 11, 1980.
- 6.- Maquinaria Para Construcción Pesada.
David A. Day.
- 7.- Estimación de los Costos de Construcción.
Robert L. Peurifoy.