



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**EQUIPO DE ACARREO EN CONSTRUCCION
PESADA**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a

BERNARDO FRANCO CARDONA

México, D. F.

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

"EQUIPO DE ACARREO EN CONSTRUCCION PESADA"

INTRODUCCION.	PAG.
I DEFINICION.	
EQUIPO DE ACARREO.	2
II CLASIFICACION.	
EQUIPO DE ACARREO.	44
III DESCRIPCION.	
A. UNIDAD MOTORA.	8
B. ELEMENTO DE UNION.	11
C. CAJA.	16
D. SISTEMA TRANSPORTADOR DE BANDA.	21
IV OPERACION.	
A. MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE CARGA Y DESCARGA.	27
B. MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE DESCARGA.	30
C. SISTEMA TRANSPORTADOR DE BANDA.	33
V. RENDIMIENTO.	
ASPECTOS GENERALES.	37

VI	METODOS PARA CALCULAR EL RENDIMIENTO.	
	A. MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE CARGA Y/O DESCARGA.	42
	B. SISTEMA TRANSPORTADOR DE BANDA.	48
VII	EJEMPLOS.	
	SELECCION DE EQUIPO DE ACARREO.	55
	SELECCION DE BANDA	69
	CONCLUSIONES	72
	TABLAS Y ESPECIFICACIONES.	73
	BIBLIOGRAFIA.	90

INTRODUCCION

Todo movimiento de tierras debe considerarse como un problema de optimización de las operaciones involucradas, tales como extracción, acarreo y colocación, de acuerdo con las condiciones locales y la disponibilidad de los elementos necesarios.

El equilibrio económico que se logre depende de las dificultades relativas de las operaciones citadas.

En el caso de un camino cuyo material base debe sustituirse en tramos -- considerables, con bancos de préstamo muy alejados, el concepto acarreo cobra especial importancia sobre los demás.

En la construcción de presas, es tan importante que en ocasiones ha sido necesario dotarlas de una serie de obras accesorias, tales como caminos y hasta puentes, por donde se pudieran efectuar los acarreos.

La experiencia obtenida, hace aconsejable considerar un detallado análisis en cualquier estudio de optimización para acarreos de grandes volúmenes de tierra en la construcción de aeropuertos, presas y rellenos en general.

I. DEFINICION.

Si en principio aceptamos que el acarreo de materiales se debe realizar colocándolos primero en un recipiente y posteriormente trasladándolos - al sitio previamente escogido, podríamos definir como equipo de acarreo al dispositivo mecánico o manual, sencillo o complicado que realizara - esta función. Sin embargo, el objetivo del presente trabajo es conside derar sólo aquel equipo exclusivo de los grandes movimientos de tierra, por lo cual adoptaremos la siguiente:

DEFINICION.

Equipo de acarreo es la máquina o combinación de máquinas que contando con un sistema adecuado de carga y/o un dispositivo de descarga se uti lizan para transportar materiales de un lugar a otro.

II. CLASIFICACION

Básicamente la maquinaria utilizada en el acarreo de materiales está compuesta por una caja que los contiene, una unidad motora que los transporta y un elemento de unión o enganche.

Es fácil advertir que éstas partes pueden estar separadas o bien formar una sola unidad.

De acuerdo a lo anterior podríamos pensar, de una manera muy simple, en clasificar la maquinaria de acarreo como:

- a) Maquinaria con caja y unidad motora separadas.
- b) Maquinaria con caja y unidad motora en una unidad.

Sin embargo, la forma y el funcionamiento que adoptaran la caja, la unidad motora y el elemento de unión harían poco práctica la clasificación anterior.

Tal es el caso de los grandes remolques de un solo eje sostenidos por un tractor, que forman a veces una sola unidad prácticamente indivisible, - que se parece mucho a un volquete de grandes dimensiones. Sin embargo, - en el volquete la caja de transporte y la parte motora van montadas sobre un bastidor común rígido, mientras que en el grupo de los grandes remolques, la parte motora y la caja de transporte tienen cada una su propio bastidor. Además el enganche que los une permite cierta independencia en sus movimientos, lo que no encontramos en el volquete.

Por otra parte, son los remolques y los volquetes las máquinas que se de
tinan exclusivamente al transporte de materiales ya escavados por otros -
aparatos.

De la maquinaria moderna utilizada en el acarreo de materiales, la motoes
crepa es el aparato de transporte dotado de su propio dispositivo excava-
dor.

Las diferentes formas y dispositivos empleados para combinar la caja y el
elemento de unión a la unidad motora son numerosas y de ellas depende el
nombre que se le asigna a la máquina.

La clasificación empleada en el presente trabajo se basa, fundamentalmen-
te en el funcionamiento de cada uno de los elementos mencionados de acuer
do al siguiente diagrama.

D I A G R A M A

CAJA	ELEMENTO DE UNION	UNIDAD MOTORA	NOMBRE
CON DISPOSITIVO DE CARGA Y DESCARGA	ARTICULADO	TRACTOR DE ORUGA O DE NEUMATICOS	ESCREPA O MOTOESCREPA
CON DISPOSITIVOS DE DESCARGA	ARTICULADO	TRACTOR DE NEUMATICOS	REMOQUE
CON DISPOSITIVO DE DESCARGA	BASTIDOR COMUN RIGIDO	TRACTOR DE NEUMATICOS	CAMION, VOLQUETE O DUMPER
CON DISPOSITIVO DE DESCARGA	ARTICULADO	TRACTOR DE NEUMATICOS	DUMPER ARTICULADO

Además cabe señalar que existen otros medios de transportación como son los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

111. DESCRIPCION

El objetivo del presente capítulo es describir las características fundamentales de los componentes principales del equipo de acarreo. Una descripción detallada resultaría muy complicada por la gran variedad de modelos que existen en el mercado, además que rebasaría el objetivo principal del trabajo.

A UNIDAD MOTORA

Cualquiera que sea la disposición de la caja y su elemento de unión con la unidad motora debemos considerar en que el funcionamiento se logra a base de piezas móviles cuya maniobra requiere de la intervención de una fuerza.

Esta fuerza es proporcionada por un tractor o unidad motora que convierte la energía de un motor en energía de tracción. Su principal objetivo es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces, y generalmente indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

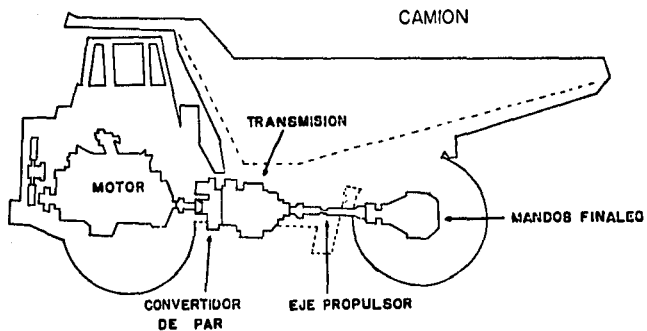
Su sistema de rodamiento puede ser sobre neumáticos, de dos o cuatro ruedas, o bien sobre orugas.

Su potencia depende del fabricante, pero resulta conveniente distinguir - entre las potencias del motor, de la polea y de la barra. Esta última es la más característica o principal, puesto que es la efectiva y de ella se puede disponer.

El conjunto de elementos, que convierten la energía del motor en energía de tracción, es conocido como tren de potencia y consta básicamente de:

- a.1 Un motor diesel de cuatro tiempos de 8 ó 12 cilindros en "V", tubo-alimentado y poseenfriado para lograr el máximo desempeño a gran altitud y mayor eficacia a baja altura. La potencia al volante varía de acuerdo a las características de la máquina.
- a.2 Un convertidor de par de capacidad variable. Reduce el patinaje de las ruedas y la distancia de carga. Se ajusta automáticamente para reducir la potencia al eje motriz a medida que aumenta la demanda - de potencia.
- a.3 Una transmisión semiautomática que combina los cambios automáticos con alta multiplicación del par y la eficiencia mecánica de la --- transmisión directa.
- a.4 Mandos finales de diseño planetario y ejes semiflotantes.

TREN DE POTENCIA



MOTOESCREPA

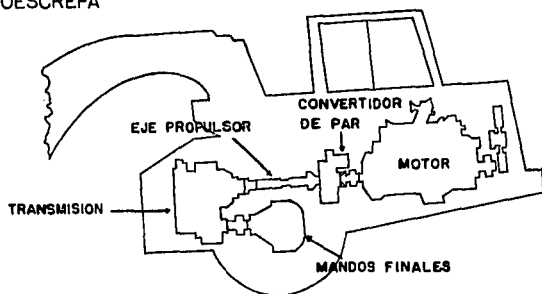


FIG. A

B ELEMENTO DE UNION

Al hablar de éste componente, necesariamente debemos referirnos al dispositivo que sostiene tanto a la caja como a la unidad motora. Este dispositivo es conocido como chasis o bastidor y a él también van unidos los sistemas de suspensión y rodamiento.

Así, si el elemento de unión es articulado la caja y la unidad motora -- tendrán, cada una, su propio chasis, y si el elemento de unión es rígido, la caja y la unidad motora estarán unidas por un bastidor común.

b.1 Encarce articulado amortiguador

Esta formado por dos piezas conectadas mediante un dispositivo en -- paralelogramo. Un cilindro hidráulico montado verticalmente trans-- fiere las cargas de choque de las ruedas a dos acumuladores de ni-- trógeno. El flujo regulado del aceite amortigua las oscilaciones -- causadas por los rebotes. Una válvula de nivelación centra automáti-- camente la posición del pistón en el cilindro sean cuales fueren -- las cargas de operación.

El enganche amortiguador proporciona acarreo más suaves y veloci-- da des utilizables más altas. Además la máquina dura más y el camino -- necesita menos labor de conservación. (fig. b.1.)

b.2 Enganche articulado oscilante

Este tipo de enganche que se utiliza para unir los bastidores de la unidad motora y de la caja, está provisto de cojinetes de gran diámetro, con amplia separación entre sí, para los ejes de articulación y oscilación. Tiene cuatro cojinetes esféricos para asegurar una perfecta alineación. El bastidor delantero es achaflanado y de sección en caja. Va provisto en la parte posterior de gruesos apoyos para el eje de giro que sirven de unión con el acoplamiento central y el bastidor trasero y un dispositivo que absorbe y amortigua las cargas transmitidas por el sistema de suspensión. El bastidor trasero está formado por largueros de sección doble "T" decrecientes. Ambas secciones están construidas con acero de gran resistencia a la tensión. (fig. b.2)

b.3 Enganche articulado o plataforma giratoria

Es el utilizado por la maquinaria del tipo para circular en carreteras. para unir la caja mediante éste mecanismo se sostiene a la altura adecuada por medio de puntales hidráulicos o de soportes montados en ruedas. La plataforma giratoria de la caja choca contra la del tractor en el que se acuña y levanta ligeramente hasta que su clavija entra en el agujero. La clavija y el agujero resisten el tiro y los esfuerzos de arrastre y los que se producen para detener la marcha, mientras que la plataforma giratoria soporta el peso. (fig.b.3)

b.4 Basidor común rígido

Es la columna vertebral de ésta maquinaria. Es la estructura que soporta enormes esfuerzos de torsión, doblamiento e impacto de interminables ciclos de carga, acarreo y descarga. Debe ser lo suficientemente fuerte para soportarlos y asegurar el éxito de su cometido. Es ta construido a base de largueros y travesaños de sección en caja y fundiciones de acero de transición en todas las juntas sujetas a altos esfuerzos. (fig. b.4)

ELEMENTOS DE UNION

FIG. b.1

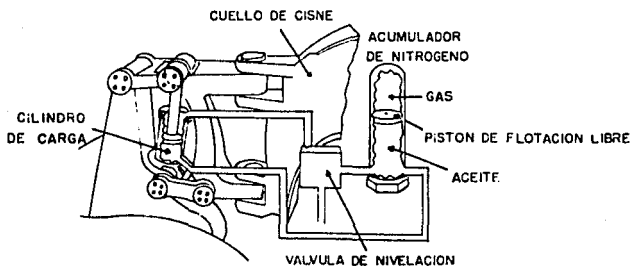


FIG. b.2

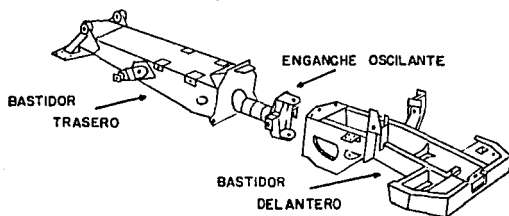


FIG. b.3

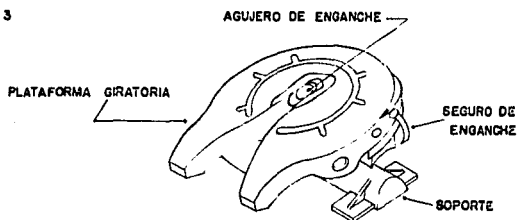
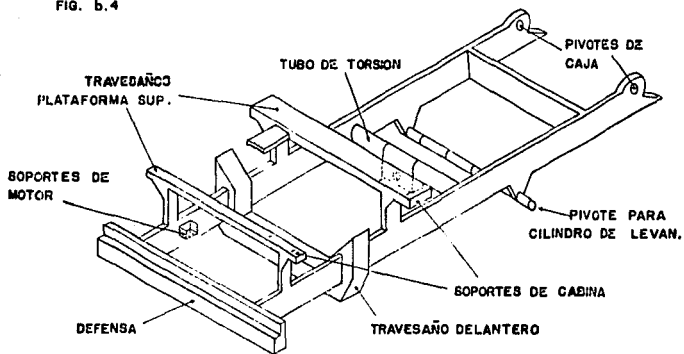


FIG. b.4



C CAJA

Es la parte de la maquinaria que transporta la carga, está equipada con dispositivos de carga y/o descarga. Se construyen con aceros de alta resistencia a los impactos. Esta provista de revestimientos especiales que le dan una protección adicional contra materiales abrasivos y cargas de altos impactos.

c.1 Con dispositivos de carga y descarga

Conocida con el nombre de escrepa. Esta equipada con una cuchilla en la parte delantera del fondo que puede levantarse o bajarse. La tapa delantera es la pared delantera de la caja y puede levantarse o bajarse independientemente de ella. El eyector puede constituir la pared trasera, que se mueve hacia atrás para dejar espacio a la carga y hacia adelante para descargarla. En algunos modelos, el eyector, está constituido por el piso y la pared trasera de la caja, que se inclina hacia arriba y adelante para vaciar.

Algunos modelos van equipados en la parte delantera con potentes elevadores que repletan la caja. (fig. c.1 y c.1.1.)

c.2 Con dispositivo de descarga

Son cajas equipadas con mecanismos de volteo de funcionamiento hidráulico. La descarga se puede efectuar hacia atrás, hacia los lados, o bien por el fondo.

La construcción de estas cajas es de doble declive, lo cual facilita tanto la retención de la carga como la rápida descarga de los -- materiales. (fig. c.2, c.2.1 y c.2.2)

DISPOSITIVOS DE CARGA Y DESCARGA

FIG. C.I

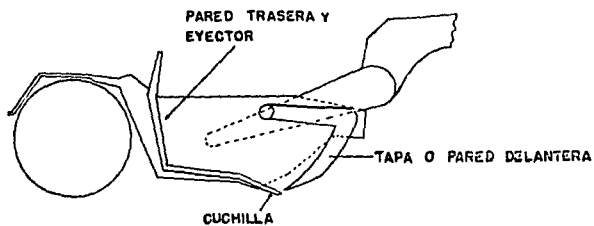
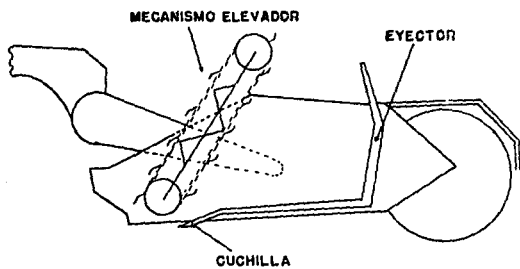
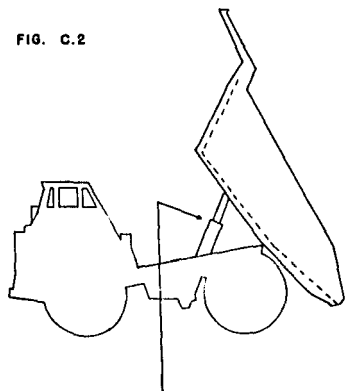


FIG. C.II



DISPOSITIVOS DE DESCARGA

FIG. C.2



HACIA ATRAS

MECANISMO HIDRAULICO

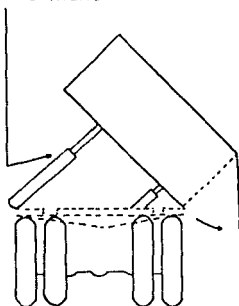
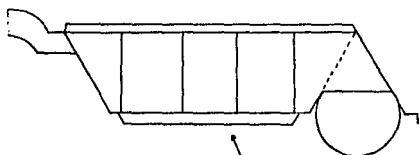


FIG. C.2.1

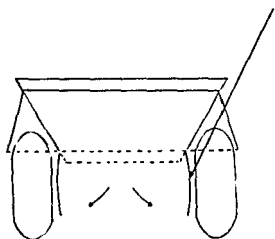
LATERAL

FIG. C.2.2

POR EL FONCO



COMPUERTAS DE OPERACION HIDRAULICA



D SISTEMAS TRANSPORTADORES DE BANDA

La tendencia a reducir el costo de acarreo de los materiales en construcción pesada, obliga a considerar los transportadores de banda como unidades independientes que se adopten al transporte rápido de materiales sueltos.

El transportador de banda es una máquina formada por una banda sinfín -- plana que sirve para transportar, elevar o distribuir materiales que se colocan en su cara superior. Opera entre una polea principal (motriz) y otra terminal (de retorno). Su carrera superior se apoya en grupos de tres rodillos, dispuestos de manera tal que le dan a la banda la forma -- de canal con lo cual la carga se centra y los derrames se reducen. La -- carrera inferior se apoya en rodillos planos, llamados de retorno, que a su vez descansan en una armazón o bastidor. (fig. D)

Los sistemas transportadores de banda varían desde unidades pequeñas, que se cargan con palas de mano, hasta unidades gigantescas que transportan -- millares de toneladas de material a lo largo de varios kilómetros.

Si se les compara con los camiones o motoescrepas se verá que tienen menor movilidad y flexibilidad, sin embargo, su aplicación resulta especialmente útil cuando es necesario mover grandes volúmenes de material a través de -- rutas específicas o terrenos muy accidentados por los cuales sería muy com -- plicado construir un camino, o bien cuando se deban elevar cargas con ángu -- los grandes respecto a la horizontal.

FARTES DE UN SISTEMA TRANSPORTADOR DE BANDA

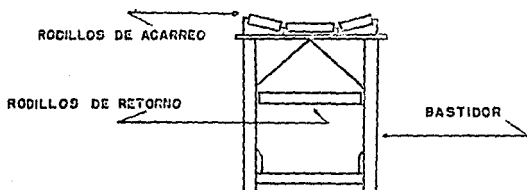
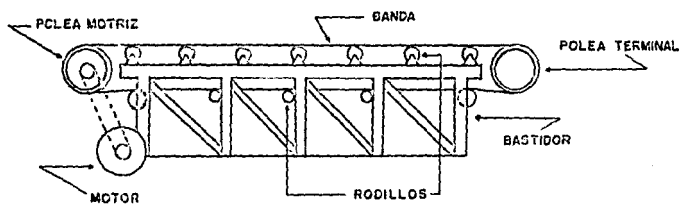


FIGURA D

d.1 Banda

Es el elemento de mayor importancia y puede ser: de hule, para necesidades normales o metálica articulada para materiales pesados. Se construyen en diferentes anchos y longitudes. No existe límite definido para la longitud de una banda. A medida que aumente la longitud de una banda se requerirá de una mayor superficie de fricción y por tanto de un tipo de construcción más resistente.

La resistencia de una banda la determinan el tipo de fibras y el número y disposición de capas que la componen. La cubierta de hule la protege del desgaste y la intemperie.

La estructura de una banda puede ser de diversas formas y materiales, siendo las más comunes las de algodón y las de fibras sintéticas; el hule en contacto con las fibras o cuerdas lleva sustancias fungicidas, que evitan la formación de hongos y consecuentemente aumentan su durabilidad. Cada capa de la banda es friccionada con un compuesto de hule que permite una perfecta adherencia.

Todos los textiles que intervienen en las estructuras de las bandas son fabricados bajo especificaciones y tensiones controladas para asegurar esfuerzos uniformes en toda la banda. Las bandas se construyen con materiales de diferentes pesos y resistencias a los esfuerzos, cada peso del material está diseñado para dar una resistencia en relación al ancho unita-

rio y número de capas. Una banda con unión vulcanizada operará a tensiones más altas (20% a 30%) que la unida por grapas.

TABLA DE TENSIONES UNITARIAS

MATERIAL SINTETICO	2 CAPAS		3 CAPAS		4 CAPAS	
	kg/cm	lb/plg	kg/cm	lb/plg	kg/cm	lb/plg
M	26.70	150	40.05	225	53.40	300
H	35.60	200	53.40	300	71.20	400
XII	42.72	240	64.08	360	85.44	480
XXII	53.40	300	80.10	450	106.80	600
ALGODON	11.57	65	17.26	97	23.14	130

NOTA: Estos datos corresponden a bandas unidas con grapas.

d.2 Bastidor

El bastidor es una estructura de tipo seccional. Se emplean dos -- tramos extremos y tantos intermedios como resulte necesario. Los - tramos se unen entre sí por medio de tornillos.

Las estructuras de los bastidores pueden ser de dos formas: Estructuras portátiles y estructuras permanentes. Las maneras de estructu- rarias son diversas, así podemos encontrar:

- a) Estructuras de mástil para camión con malacate mecánico o elevador hidráulico.
- b) Estructuras horizontales de cuatro y dos ruedas con alturas de descarga ajustables.
- c) Estructuras de movimiento circular con pivote fijo.
- d) Estructuras sobre tractores de orugas o neumáticos con elevado res mecánicos o hidráulicos.
- e) Estructuras estacionarias o permanentes adaptadas a las necesi- dades requeridas.

IV. OPERACION

A MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE CARGA Y DESCARGA

La mayoría de las escrepas del tipo de arrastre eran movidas por tractores de orugas. Estas máquinas disponían de la tracción suficiente para cargar las escrepas bajo la mayor parte de las condiciones del suelo. -- La pasada en la que la escrepa cargaba era la que requería de mayor potencia, resultando más económico aplicar una mayor potencia para excavar, con la ayuda de otro tractor, que para acarrear. Este método permitió cambiar los tractores de orugas por los más rápidos de ruedas neumáticas. Sin embargo, este tipo de tractores no era lo suficientemente potente para mover con satisfacción el peso de una escrepa cargada. El problema de la obtención de una mayor tracción necesaria se resolvió transfiriendo -- parte del peso de la escrepa y su carga al eje propulsor del tractor, convirtiéndose de esta manera dos máquinas en una de autopropulsión que se conoce con el nombre actual de MOTOESCREPA.

Las operaciones básicas de esta maquinaria se pueden describir mediante el ciclo: CARGA-ACARREO-DESCARGA.

CARGA. Una motoescrepa se carga bajando la extremidad frontal de la caja hasta que la cuchilla penetre en el suelo y al mismo tiempo levantando la tapa para proporcionar una abertura a través de la cual pueda subir el material. A medida que avanza la motoescrepa y entra tierra a la caja, la unidad motora deberá desarrollar su máximo esfuerzo para vencer la fuerza de gravedad, el efecto de cortadura y el esfuerzo de rozamiento por la --

presión del material sobre sí mismo a lo largo de todo el cono de ascenso (coeficiente de rozamiento interno).

ACARREO. Cuando la caja está llena se levanta y al mismo tiempo se baja la tapa para evitar el deslizamiento del material durante el viaje. Es en esta etapa del ciclo en la cual la unidad motora solo debe vencer el esfuerzo del rodamiento.

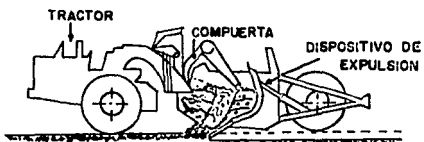
DESCARGA. En el sitio de vaciado se baja la caja según la altura a la que se desee repartir el material y se desliza la pared eyectora o bien se bascula hacia arriba y hacia atrás la caja.

El cálculo para determinar el esfuerzo de tracción que se debe proporcionar a la maquinaria no es otra cosa que la suma de los esfuerzos citados en el ciclo anterior.

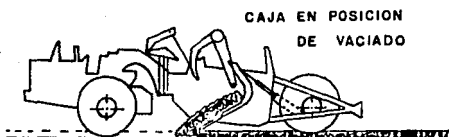
La tendencia a aumentar la potencia de las motoescrepas a dado como resultado una gran variedad de equipo y modos de operación. Así, actualmente podemos encontrar equipo de diversas capacidades de transporte, operando en forma standard, tandem, tiro y empuje (push-pull) y con mecanismos -- elevadores que repletan la caja al máximo.

OPERACION DE UNA MOTOESCREPA _____

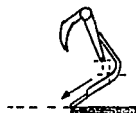
CARGA



ACARREO



DESCARGA



B MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE DESCARGA

A medida que la distancia de acarreo aumenta, el rendimiento de las motoescrepas disminuye debido al decremento de ciclos por hora.

Más allá de ciertos límites, determinados mediante el análisis de las condiciones imperantes, se hace necesario separar las operaciones de carga y transporte mediante la utilización de maquinas de carga y de descarga.

Entre los elementos más representativos de la maquinaria con dispositivos de descargarse encuentran los camiones, los volquetes, los dumpers y las vagonetas, elementos que solo difieren en su forma de descargar ya que su cometido es común: Transportar los materiales excavados por otra maquinaria.

La aplicación de cualquiera de los elementos anteriores queda sujeta a -- una serie de factores que deben ser correctamente analizados. En principio, por el tipo de obra y materiales que deben transportarse. Y posteriormente por factores tales como: Capacidad de acarreo, longitud de trayecto, disponibilidad de maquinaria de carga, etc.

Si se atiende a la capacidad de acarreo que es necesario transportar, ésta puede ser cubierta con la aplicación de unos cuantos camiones grandes o un número mayor de camiones pequeños constituidos en flotillas.

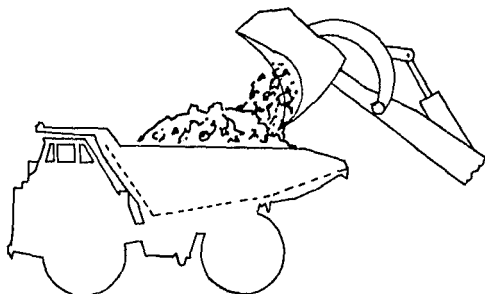
En lo referente a la longitud de trayecto se debe considerar que un camión grande debe mover tierra a un precio menor que uno pequeño a la misma velocidad. Sin embargo no debe pensarse que la exclusiva aplicación de los camiones grandes resolvera los problemas del transporte, ya que estos requieren, sustancialmente, de mayor espacio y de no contarse con él se puede desperdiciar mucho tiempo para colocarlos, cargarlos y hasta vaciarlos, de tal manera que su producción resultaría menor y más costosa que la de un camión pequeño. Para trayectos cortos, enteramente fuera de carretera, la aplicación de los volquetes presenta mayores ventajas por las siguientes razones: Su aceleración es superior, el vaciado es más rápido, la solidez de toda la maquinaria permite trabajar en cualquier terreno y el dispositivo de cambio de velocidades, de construcción especial, tiene en cuenta las condiciones desfavorables del terreno.

Finalmente, si se dispone de equipo cargador suficientemente potente y las condiciones lo permiten se debe pensar en la aplicación de grandes camiones, ya que éstos constituyen un blanco mayor para cargarlos y pueden aumentar su producción, reduciendo el material que se tira y consecuentemente los ciclos de duración.

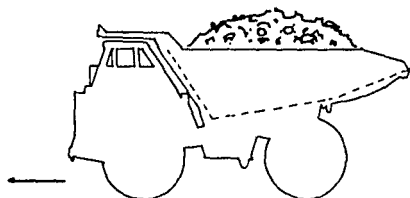
Cabe mencionar que del ciclo CARGA-ACARREO-DESCARGA-, esta maquinaria desarrolla su máximo esfuerzo solamente durante el acarreo, etapa en la cual debe vencer la fuerza de gravedad y el esfuerzo de rodamiento, ya que el efecto de cortadura y el esfuerzo de rozamiento por presión del material sobre sí mismo (coeficiente de rozamiento interno) los desarrolla la máquina cargadora.

OPERACION DE UN CAMION

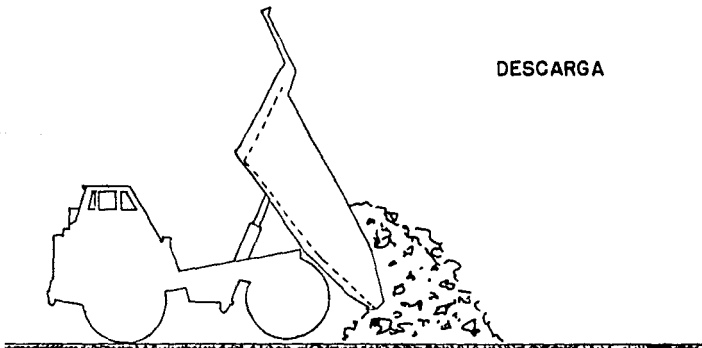
CARGA



ACARREO



DESCARGA



C SISTEMAS TRANSPORTADORES DE BANDA

La banda transportadora opera entre dos poleas principales; una motora y otra terminal o de retorno. La energía de propulsión es transmitida a la banda por la polea motora mediante fricción, de manera que si la resistencia de la banda al movimiento es mayor que la fuerza de fricción la polea girará o resbalará dentro de la banda, produciéndose con ello una pérdida de potencia y un desgaste en ambas superficies.

La magnitud de la fricción o tracción la determinan la naturaleza de las superficies, la tensión de la banda y el área de contacto.

Las superficies en contacto pueden ser metálicas o estar cubiertas con capas de hule lisas o ranuradas.

La tensión requerida en el tramo de carga de la banda es la suma de las tensiones para contrarrestar la fricción de la banda y los componentes del transportador, la fricción de la carga y para elevar o bajar la carga cuando haya diferencias de niveles.

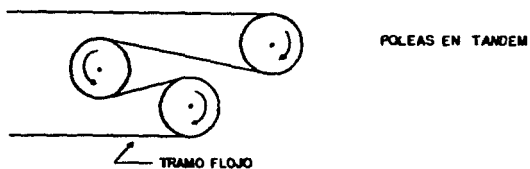
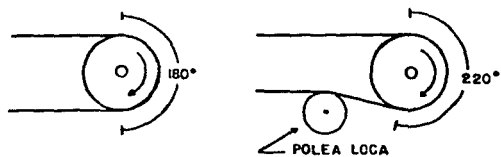
El contacto entre bandas y polea se logra por medio de la tensión en el tramo flojo llamado también de baja tensión. Esta tensión es regulada por dispositivos de gravedad en el que un peso suspendido ejerce tensión en la polea terminal, o por medio de poleas tensoras con movimientos hacia afuera o hacia adentro que dependen de la tensión requerida. La magnitud de la tracción que se puede obtener está limitada por el aumento de potencia requerida y por el acortamiento de la vida de una banda muy apretada.

El área de contacto la determinan el diámetro de la polea, el arco de contacto y el número de poleas. Una polea cuyos tramos son paralelos harán un contacto de 180° , contacto que puede aumentarse por medio de poleas auxiliares en el lado flojo, llamadas también poleas locas. Si se desea una mayor área de contacto se pueden instalar poleas en tándem, obteniéndose de ésta manera ángulos de contacto de hasta 440° . (fig. c)

El rendimiento de un sistema transportador se da en toneladas por hora y la producción la determinan el ancho de la banda, su velocidad y la altura del material en ella. La potencia requerida es proporcional al peso y a la altura.

Estas variables convierten el proyecto de un sistema transportador en un asunto complejo, ya que si se aumenta el ancho de la banda se aumenta el costo de toda la construcción y si se aumenta la velocidad, excediendo la estipulada en las especificaciones, se acorta la vida de la banda, pudiéndose producir pérdidas de potencia por deslizamiento entre la carga y la banda. Sin embargo debemos considerar como operación más eficiente la -- que ofrezca costos más bajos por tonelada de material transportado.

ARCO DE CONTACTO ENTRE BANDA Y POLEA



TENSORES DE BANDA

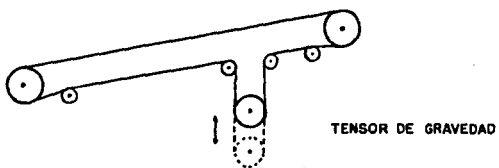
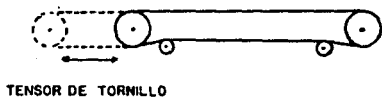


FIG. C

V. RENDIMIENTO

El rendimiento se puede definir como la cantidad de material transportado por una máquina en la unidad de tiempo.

Al analizar el rendimiento o producción del equipo de acarreo en construcción pesada tratamos de determinar, con la mayor precisión posible, el tiempo y el tipo de maquinaria y personal que se requieren para realizar cierta operación dentro de la calidad especificada y el menor costo posible.

El grado de éxito que pueda alcanzarse, tanto en el cumplimiento del programa así como en el aspecto económico, dependen de la capacidad en poder predecir las diferentes variables y condiciones que se presenten durante la ejecución.

No basta con el estudio de los planos y especificaciones, es fundamental también examinar los factores inherentes tanto al mantenimiento y operación de la maquinaria como a los que se refieren a las condiciones físicas del lugar.

Las demoras motivadas por estas causas y el efecto acumulado de ellas en el rendimiento del equipo se manifiestan a través de coeficientes de eficiencia, que son operadores que reducen los rendimientos teóricos entre un 60% y 70%.

Los factores más notables que afectan el rendimiento del equipo de acarreo

reco en construcción pesada, se pueden reunir en los siguientes grupos:

1. DENORAS DE RUTINA. Son aquellas que se originan por los continuos abastecimientos de combustibles y lubricantes y frecuentes reparaciones de carácter preventivo.
2. RESTRICCIONES EN LA OPERACION MECANICA. Originadas por el efecto reductor en el rendimiento obtenido, ya sea por convención o por análisis.
3. DIRECCION Y SUPERVISION. Es el grupo de factores procedentes de la planeación, organización y operación ejecutados por el organismo correspondiente. El conocimiento y experiencia del responsable en planear la construcción de una obra juegan un papel muy importante en el grado de efectividad y eficiencia que se obtengan.
4. CONDICIONES DEL LUGAR. Se refieren a las condiciones propias del sitio en que se desarrolla la obra o punto concreto donde opera la maquinaria, y son:
 - a) Físicas. Topografía y geología. Características de los suelos y rocas. Condiciones hidráulicas superficiales y subterráneas.
 - b) Climatológicas. Temperaturas máxima, media y mínima. Precipitaciones medias anuales, mensuales y diarias.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- c) De conexión. Vías disponibles para abastecer a las fábricas también a centros urbanos e industriales. Cercanías con otras fuentes de trabajo.
- d) De adaptación. Grado de adaptación de los equipos mecánico y humano para soportar las cargas agrupadas en las condiciones anteriores y que tienden a disminuir la producción de los equipos, conexión de dependencias y posibilidades de balanceo entre las máquinas.

En la tabla VI se presentan los índices de eficiencia de los factores agrupados anteriormente.

TABLA V.I.

GRUPO	R E N D I M I E N T O		
	B A J O	M E D I O	B U E N O
1	<p>Reparaciones frecuentes. Engrase y lubricaciones laborio- sas. Carga frecuente de combustibles.</p>	<p>Reparaciones normales. Engrase y lubricaciones en tien- pos normales. Carga normal de combustibles.</p>	<p>Pocas reparaciones. Engrase y lubricaciones rápidas. Carga rápida de combustibles.</p>
2	<p>Operadores deficientes. Angulos de giro mayores de 120° Corte lejano al óptimo. Superficies en pésimas condiciones. (fangosas).</p>	<p>Operadoras regulares. Angulos de giro de 90° Corte cercano al óptimo Superficies lisas sin estabilizar.</p>	<p>Operadoras buenos. Angulos de giro menores de 90° Corte óptimo. Superficies lisas estabilizadas.</p>
3	<p>Planeación mala. Conservación deficiente del equipo. Abastecimiento deficiente a oportuno. Obras dispersas de núcleos principales. Deficiencia en suministro de planos, especificaciones y datos de campo. Pago impuntual de estimaciones.</p>	<p>Planeación regular. Conservación regular del equipo. Abastecimiento aceptable y oportuno. Obras cercanas a núcleos principales. Regular suministro de planos, especificaciones y datos de campo. Pago regular de estimaciones.</p>	<p>Planeación adecuada. Conservación buena del equipo. Abastecimiento correcto y oportuno. Obras desarrolladas en forma concentrada. Buen suministro de planos, especificaciones y datos de campo. Pago puntual de estimaciones.</p>
4	<p>Lluvias abundantes. Clima extremoso Motores trabajando a más de 2000 m.s.n.m. Topografía accidentada. Región aislada.</p>	<p>Lluvias normales. Clima regulares. Motores trabajando entre 2000 y 1000 m.s.n.m. Topografía regular. Región regularmente comunicada.</p>	<p>Lluvias escasas. Clima bueno. Motores trabajando a menos de 1000 m.s.n.m. Topografía buena. Región comunicada.</p>

VI. METODOS PARA CALCULAR
EL RENDIMIENTO

MÉTODOS PARA CALCULAR EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO
DE ACARREO EN CONSTRUCCION PESADA.

A. MAQUINARIA CON DISPOSITIVO DE CARGA Y/O DESCARGA

El cálculo del rendimiento para el equipo de acarreo en construcción pesada consiste, básicamente, en determinar la fuerza de tracción necesaria - que debe proporcionarse a la maquinaria, en cada una de las fases del ciclo CARGA-ACARREO-DESCARGA, en un terreno determinado, para lograr una velocidad de avance que venza las fuerzas que se opongan a su movimiento.

La determinación de esta velocidad de avance es de suma importancia ya que de ella depende el tiempo en que la máquina completa el ciclo antes mencionado y el rendimiento directamente del número de ciclos que ejecute la máquina en la unidad de tiempo.

El tiempo requerido para completar un ciclo consta de los siguientes puntos:

1. Carga
2. Viaje hasta el terraplén o relleno
3. Descarga y maniobras
4. Regreso al banco
5. Maniobras y descargas.

Los puntos 1, 3 y 5 la mayoría de las veces se combinan en un solo valor llamado tiempo fijo, ya que son razonablemente constantes para una obra dada. (Tabla V.2.a)

Los puntos 2 y 4 se incluyen en los tiempos variables que comprenden los viajes de ida y vuelta entre el banco y el terraplén o relleno.

La determinación de estos tiempos y por ende la del rendimiento teórico de la maquinaria de acarreo se obtiene mediante los siguientes métodos:

POR OBSERVACION DIRECTA.- Mediante este método el rendimiento se obtiene de la medida directa de los volúmenes de materiales movidos por la maquinaria durante la unidad horaria de trabajo. Esta forma presenta el inconveniente de poder medir solo aquellos volúmenes que se mueven al instante de la medición.

POR FORMULAS.- Se debe calcular la capacidad nominal, que es la cantidad de material que se mueve en la unidad de tiempo afectada por factores de corrección expresados en porcentajes.

POR GRAFICAS O NOMOGRAMAS.- Es el método más adecuado para calcular el rendimiento de los equipos pesados de transporte. Se utilizan las gráficas VRT (velocidad-resistencia-fuerza) y OF (optimización de frenaje) proporcionadas por los fabricantes del equipo.

Para utilizar éstas gráficas conviene definir los siguientes conceptos:

RIMPULL O FUERZA DE TRACCION EN LAS LLANTAS.- Este concepto se refiere a la fuerza de tracción que por especificación de construcción tiene disponible, en libras o kilogramos, una máquina en las llantas a diversas velocidades. Esta fuerza es la que le permite, al rodar, jalar una carga pesada y se ve afectada por el coeficiente de tracción que se desarrolla entre llantas y suelo. (Tabla V.3.a)

PESO DE LA MAQUINA.- Se refiere al peso total y comprende los conceptos: Vacía, por especificación del fabricante y cargada de acuerdo al abastecimiento y peso específico del material que transporta. (Tabla V.4.a)

RESISTENCIA TOTAL.- Para que una máquina se mueva debe vencer dos clases de resistencias; la que se conoce como resistencia al rodamiento y la que debe superar para vencer ciertas inclinaciones del camino que se manejan en porcentaje de pendiente. La primera se da en kilogramos por tonelada de peso, pero puede transformarse en porcentaje de pendiente adversa, con lo cual ambas quedan expresadas en las mismas unidades. Dicha transformación se efectúa considerando cada 10 kg/ton. de resistencia al rodamiento igual a un 1% de pendiente. Es decir, existe una pendiente real topográfica y una pendiente virtual por resistencia al rodamiento que la máquina debe vencer. (Tabla V.5.a)

Cada uno de los conceptos anteriores se puede calcular mediante las expresiones siguientes:

LA PENDIENTE EFECTIVA. (Pe)

$$Pe = Pr + Pv. \quad \text{en donde:}$$

Pr = Pendiente real. % ó Kg/Ton.

Pv = Pendiente virtual. % ó Kg/Ton.

LA RESISTENCIA TOTAL. (Rt)

$$Rt = P_m Pe (1 + Fa) , \quad \text{en donde:}$$

P_m = Peso de la máquina. (Ton)

Pe = Pendiente efectiva. (Kg/Ton)

Fa = Pérdidas por altitud. (1% por cada 100 metros después
de los 1500 m.s.n.m.)

LA FUERZA DE TRACCION UTILIZABLE. (Ft)

$$Ft = P_m C N (1 - Fa) , \quad \text{en donde:}$$

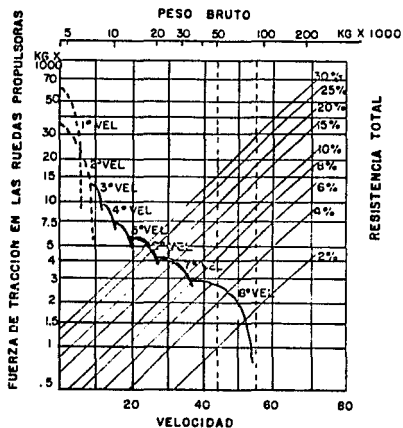
P_m = Peso de la máquina.

C = Coeficiente de tracción. (Tabla V.3.a)

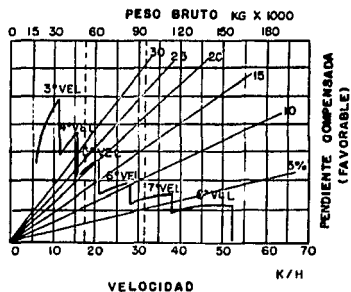
N = Factor de distribución sobre ruedas motrices. (Tabla V.3.a)

Fa = Pérdidas por altitud.

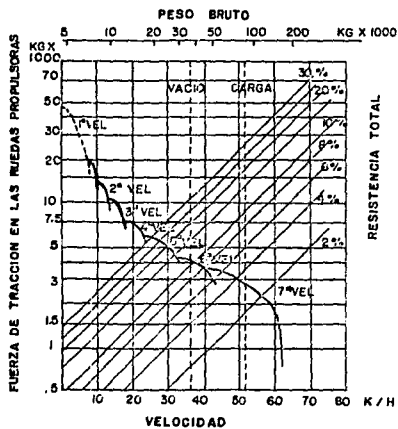
GRAFICAS: VRT-OF



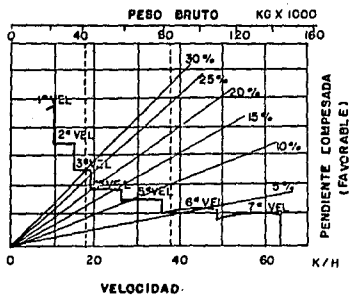
LOS VALORES DE ESTAS GRAFICAS
VARIAN SEGUN EL MODELO



GRAFICAS VRT-OF



LOS VALORES DE ESTAS GRAFICAS
VARIAN SEGUN EL MODELO



B SISTEMAS TRANSPORTADORES DE BANDA

La producción de un sistema transportador de banda se expresa, generalmente, en toneladas por hora (TPH) y la determinan el ancho de la banda, - la velocidad, la altura y peso específico del material en ella. La potencia requerida por el sistema es proporcional al peso y a la altura.

El rendimiento de un sistema de banda transportadora se puede calcular mediante la fórmula:

$$R = 60 A V p e$$

en donde:

R = Rendimiento. TPH

A = Area M²

V = Velocidad de la banda. m/min.

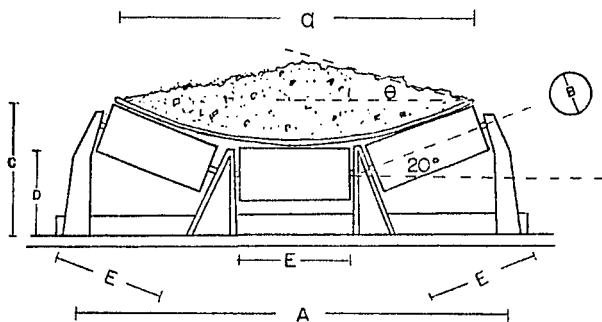
p = Peso específico del material. ton/m³

e = Factor de eficiencia.

La mayor parte de las bandas que transportan materiales se acanalan de - tal forma que el centro quede más bajo que los bordes. Los rodillos laterales de los apoyos, generalmente, tienen una inclinación de 20°. -- Sin embargo, existe la tendencia a utilizar inclinaciones mayores, pudiéndose utilizar ángulos de 35° y 45° para aumentar la carga y/o reducir los derrames.

El aumento en el ancho de la banda trae como consecuencia el aumento en cada uno de los componentes del transportador, de tal forma que las variables más relevantes en la determinación de la producción de una banda transportadora, una vez elegido el ancho, resultan ser la velocidad del sistema y el peso específico del material transportado.

Observese la figura y la tabla adjunta.



ANCHO BANDA	A	B	C	D	E
45.7	60.6	11.4	24.4	18.1	17.3
50.8	74.0	"	25.1	"	19.1
61.0	84.0	"	26.4	"	22.5
76.2	99.0	"	28.1	"	27.8
91.4	114.3	"	30.0	"	33.0

MEDIDAS EN CM.

En las tablas V.1.b y V.2b. se tabulan las capacidades máximas para -- las bandas allí indicadas y las características de operación mostradas. -- Los valores no considerados en las tablas se pueden obtener mediante interpolación lineal.

Cuando se conocen las condiciones de trabajo se puede calcular la tensión de la banda, con el fin de seleccionar aquella que sea capaz de transmitir la fuerza del sistema motriz y resistir el impacto en el punto de carga y transportarla sin movimiento excesivo.

En algunas ocasiones es la resistencia al impacto, más que la resistencia a la tensión, el factor que determina las características de la banda que debe ser utilizada.

La tensión máxima se desarrolla cuando la banda trabaja con cargas máximas a la velocidad máxima. Existe una relación directa entre esta tensión y -- la potencia requerida para que la banda funcione en tales condiciones.

Así, para el transportador mostrado en la fig., V.1.b, la potencia total -- requerida para girar la banda se obtiene como la suma de las potencias --- para:

- a) Girar la banda vacía (X)
- b) Mover la carga en sentido horizontal (Y)
- c) Mover la carga en sentido vertical ($\pm Z$). Este valor será positivo o negativo según sea la inclinación de la banda.

Para calcular cada una de las potencias anteriores se pueden utilizar -
(SMD) las siguientes expresiones:

$$X = \frac{G \quad F_x \quad S \quad L_c}{4600}$$

$$Y = \frac{F_y \quad C \quad L_c}{274}$$

$$\text{BHP} = X + Y + Z$$

$$Z = \frac{H \quad C}{274}$$

Una vez calculada la potencia total requerida, la tensión máxima de operación (T_m) se obtiene como la suma de las tensiones efectiva (T_e) y del lado de retorno (T_2), las cuales se pueden calcular mediante las expresiones:

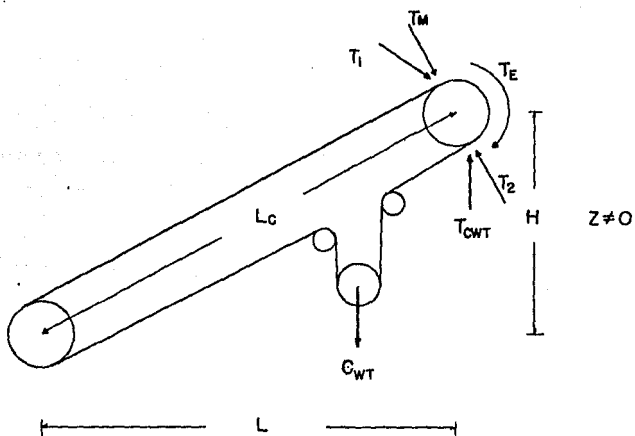
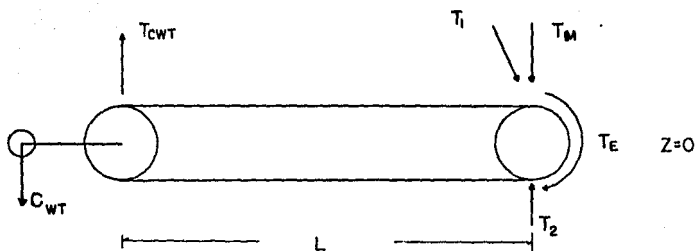
$$T_e = \frac{\text{BHP} \quad (4563)}{S}$$

$$T_m = T_e + T_2$$

$$T_2 = K T_e$$

Para fines de diseño la tensión máxima de operación se transforma en tensión unitaria dividiéndola entre el ancho de la banda. A esta tensión, así obtenida, se le da el nombre de tensión unitaria o de diseño (T_r).

FIG. V.1.b SIMBOLOS DE UN TRANSPORTADOR



Significado de los símbolos de la fig. V.1.b.

T_m	= Tensión máxima de trabajo.	(kg)
T_e	= Tensión efectiva.	(Kg)
T_1	= Tensión del lado apretado.	(Kg)
T_2	= Tensión del lado flojo	(Kg)
T_{cwt}	= Tensión de la banda en el punto del tensor)Kg)
T_r	= Tensión de diseño	(Kg/cm)
C_{wt}	= Contrapeso del tensor de la banda	(Kg)
L_c	= Distancia ajustada entre centros.	(m)
L	= Distancia entre centros.	(m)
G	= Factor de peso. Depende del ancho de la banda y representa el peso por unidad de longitud de - distancia entre centros de las partes móviles del transportador.	(Kg/m)
F_x	= Factor de fricción de las partes rodantes.	
F_y	= Factor de fricción de las partes rodantes.	
S	= Velocidad de la banda	(m/min)
H	= Elevación entre puntos de carga y descarga	(m)
C	= Capacidad de la banda.	(TMP o THP)
BHP	= Potencia total requerida.	(HP)
K	= Factor motriz. Depende del área de contacto, tipo de tensor y superficie de poleas.	
a	= Ancho de banda	(cm)
Fr	= Frecuencia o ciclo $(\frac{2L}{S})$	

EJEMPLO

Se desea seleccionar el equipo más adecuado para efectuar el acarreo de 1.5 millones de metros cúbicos de material para sustitución de suelos.

CONDICIONES

El terreno sobre el cual se va a construir el camino, ofrece ciertas ventajas en el sentido del acarreo, sobre todo por la poca pendiente que - presente. El banco de explotación cubre una superficie extensa, lo cual permite planear el ataque sin muchas restricciones y toda el área de depósito se localiza en un solo nivel.

ALTERNATIVAS

Como primera alternativa se podría pensar en utilizar MOTOESCREPAS, pues sus características de operación las hacen ideales para este tipo de trabajos, ya que realizan simultáneamente las operaciones de carga-acarreo-descarga y tendido de materiales.

Sin embargo, pensando en la distancia de acarreo, debemos considerar la posibilidad de que el rendimiento de las motoescrepas disminuya, lo cual haría necesario separar las operaciones de carga y transporte mediante - la utilización de camiones y cargadores, obteniéndose así una alternativa más en la solución de nuestro problema.

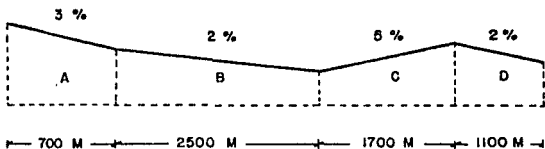
Tomando en cuenta las consideraciones anteriores el análisis comparativo lo realizaremos para la motoescrapa 651-B y los camiones 773-B y 777.

DATOS

El análisis considera los siguientes datos generales:

Material:	Grava-arena seca.
Tamaño:	3/4 " - 6"
Peso Vol. :	1840 Kg/m ³
Camino:	Revestido.
Eficiencia:	80%
Coef. de Abundamiento:	1.15
Altitud:	1500 m.s.n.m.

PERFIL DEL CAMINO DE TRANSPORTE.



SENTIDO DE ACARREO

SOLUCIONES

1. Análisis de las pendientes efectivas.

$$P_e = P_r + P_v.$$

$$P_v = 50 \text{ kg/ton} = 5\% \text{-----} \text{ (Tabla V.5.a)}$$

TRAMO IDA	PENDIENTE		T O T A L	
	Pr	Pv	%	Kg/ton
A	- 3	5	2	20
B	- 2	5	3	30
C	5	5	10	100
D	- 2	5	3	30

TRAMO REGRESO	PENDIENTE		T O T A L	
	Pr	Pv	%	Kg/ton
D	2	5	7	70
C	- 5	5	-	--
B	2	5	7	70
A	3	5	8	80

2. Peso de la maquinaria. (Pm) [Kg]

	VACIA	CON CARGA
MOTOESCREPA 651-B	57 500	96 750
CAMION 773-B	39 320	80 920
CAMION 777	56 431	114,511

3. Resistencias totales.

$$R_t = P_m P_e (1 + F_a) \quad [Kg] \quad , \quad F_a = 0 \quad +$$

TRAMO IDA	MOTOESCREPA 651-B	CAMION 773-B	CAMION 777
A	1935	1618	2290
B	2903	2428	3435
C	9675	8092	11451
C	2903	2428	3435

TRAMO REGRESO	MOTOESCREPA 651-B	CAMION 773-B	CAMION 777
D	4029	2752	3950
C	--	--	--
B	4029	2752	3950
A	4604	3146	4514

+ Por estar localizado el proyecto a 1500 m.s.n.m.

4. Fuerza de tracción utilizable.

$$F_t = P_m C N (1 - F_a) + [\text{Kg.}]$$

	CON CARGA	VACIA
MOTOESCREPA 651-B	23 510	13 985
CAMION 773-B	18 207	8 847
CAMION 777	25 765	12 697

Observese que para todos los tramos $F_t > R_t$, por lo tanto la tracción es suficiente para que las ruedas no patinen.

+ Los valores de C y N se obtienen de la tabla V.3.a

5. Cálculo de velocidades y tiempos. (gráficas VRT-OF)

a) MOTOESCREPA 651-B

TRAMO IDA	V (km/h)	V _m ' (km/h)	T (min)
A	8ª= 50	40	1.05
B	8ª= 44	35.2	4.26
C	3ª= 12	9.6	10.63
D	8ª= 44	35.2	1.88
TOTAL			17.82

TRAMO REGRESO	V (km/h)	V _m ' (km/h)	T (min)
D	7ª= 30	24	2.75
C	8ª= 50	40	2.55
B	7ª= 30	24	6.25
A	6ª= 27	21.6	1.94
TOTAL			13.49

b) CAMION 773-B

TRAMO IDA	V (km/h)	V _m ' (km/h)	T (min)
A	7ª= 60.	48	0.88
B	7ª= 57	45.6	3.29
C	3ª= 17	13.6	7.50
D	7ª= 57	45.6	1.45
TOTAL			13.12

TRAMO REGRESO	V (km/h)	V _m ' (km/h)	T (min)
D	6ª= 43	34.4	1.92
C	7ª= 60	48	2.13
B	6ª= 43	34.4	4.36
A	6ª= 42	33.6	1.25
TOTAL			9.66

c) CAMION 777

TRAMO IDA	V (Km/h)	Vm' (Km/h)	T (min)
A	7 ^a = 58	46.4	0.91
B	7 ^a = 54	43.2	3.47
C	3 ^a = 13	10.4	9.81
D	7 ^a = 54	43.2	1.53
TOTAL			15.72

TRAMO REGRESO	V (Km/h)	Vm' (Km/h)	T (min)
D	7 ^a = 44	35.2	1.88
C	7 ^a = 60	48	2.13
B	7 ^a = 44	35.2	4.26
A	6 ^a = 42	33.6	1.25
TOTAL			9.52

' Considera cambios de aceleración (80% de V)

6) Cálculo de los tiempos del ciclo.

Tiempo del ciclo = Tiempos fijos + Tiempos variables. (min)

	TIEMPOS FIJOS	TIEMPOS VARIABLES			TIEMPO DEL CICLO
		IDA	REGRESO	CARGA "	
MOTOESCREPA 651-B	1.40	17.82	13.49	-	32.71
CAMION 773-B	1.60	13.12	9.66	4.10	28.48
CAMION 777	1.60	15.72	9.52	5.70	32.54

' De tabla V.2.a.

" Un cargador de 3.5 m³ de capacidad completa un ciclo en 0.55 min., el tiempo de carga depende del número de ciclos que realice y estos de la capacidad del camión por llenar.

7) Rendimientos.

a) Motoescropa 651-B

$$\text{No. de viajes/hora} = \frac{60}{32.71} \times 0.80 = 1.47$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{24.5}{1.15} \times 1.47 = 31.26 \text{ m}^3/\text{h.}$$

b) Camión 773-B

$$\text{No. de viajes/hora} = \frac{60}{28.48} \times 0.80 = 1.69$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{26}{1.15} \times 1.69 = 38'20 \text{ m}^3/\text{h.}$$

c) Camión 777

$$\text{No. de viajes/hora} = \frac{60}{32.54} \times 0.80 = 1.48$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{36.3}{1.15} \times 1.48 = 46.72 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Los resultados de dicho análisis se presentan en el siguiente cuadro, en el cual se incluye la información del equipo auxiliar de los camiones, ya que la función que desempeñan motoescrapas y camiones debe ser congruente.

EQUIPO	CAP. (m ³)	COSTO HORARIO (\$/h)	PRODUCCION (m ³ /h)	COSTO UNIT. (\$/m ³)
MOTOESCREPA 651-B	24.5	50 440.19	31.26	1 613.57

CAMION 773-B	26	23 223.06	38.28	607.93
CARGADOR	3.5	22 616.60	265.6	85.15
MOTOCONFOR MADORA	-	14 130.00	198	71.36
				763.34

CAMION 777	36.3	31 857.83	46.72	681.87
CARGADOR	3.5	22 616.60	265.6	85.15
MOTOCONFOR MADORA	-	14 130.00	198	71.36
				848.38

Los resultados obtenidos nos muestran que La utilización de los camiones es la más correcta, pero ¿ cuál debemos utilizar ?.

Observese que la diferencia en el costo horario de los camiones es mínima (10.02%). Además, a medida que la distancia aumenta el camión más grande llega a ser más económico. Para mayor seguridad en la elección del equipo realizaremos un análisis del costo horario por kilómetro recorrido más allá de nuestra distancia promedio y veremos que sucede.

El análisis, similar al anterior, incluye el de la motoescrepa como de comparación. Los resultados se muestran a continuación.

MOTOESCREPA 651-B

TRAMO POR Km	TIEMPO	TIEMPO ' ACUMULADO	CICLOS POR HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
1°	4.25	5.65	8.50	181.05	278.60
2°	4.20	9.85	4.87	103.73	486.23
3°	4.20	14.05	3.42	72.85	692.38
4°	7.02	21.07	2.28	48.56	1 038.72
5°	7.04	28.11	1.77	37.70	1 337.94
6°	4.21	32.32	1.48	31.52	1 600.26
7°	6.91	39.23	1.22	25.99	1 940.75
8°	6.91	46.14	1.04	22.15	2 277.21
9°	6.91	53.05	0.90	19.17	2 631.20

CAMION 773-B

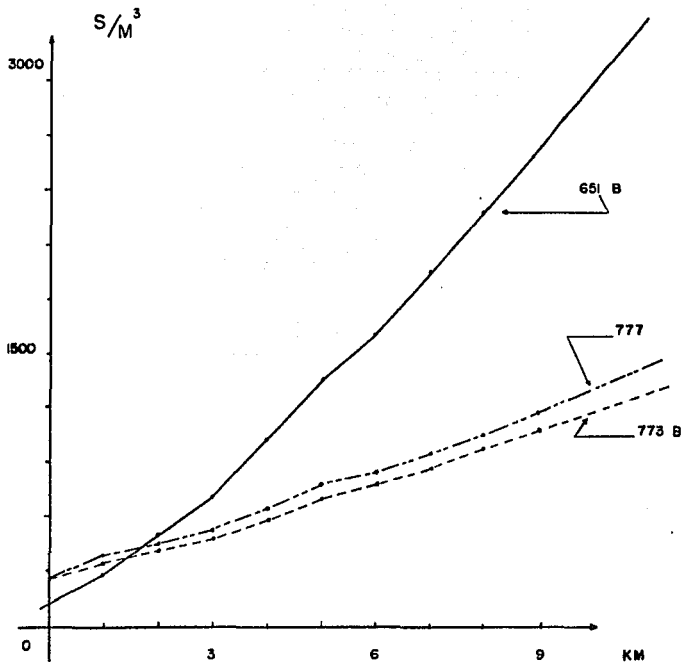
TRAMO POR Km	TIEMPO	TIEMPO " ACUMULADO	CICLOS POR HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
1°	3.04	8.74	5.49	124.11	343.61
2°	3.06	11.80	4.06	91.93	409.12
3°	3.06	14.86	3.23	73.00	474.63
4°	5.14	20.00	2.40	54.24	584.66
5°	5.41	25.41	1.89	42.69	700.48
6°	3.07	28.48	1.69	38.09	766.20
7°	4.78	33.26	1.44	32.62	868.53
8°	4.78	38.04	1.26	28.52	970.88
9°	4.78	42.82	1.12	25.33	1 073.17

CAMION 777

TRAMO POR Km	TIEMPO	TIEMPO " ACUMULADO	CICLOS POR HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
1°	3.09	10.39	4.62	145.98	374.73
2°	3.09	13.48	3.56	112.52	439.63
3°	3.09	16.57	2.89	91.54	504.53
4°	6.23	22.80	2.10	66.53	635.39
5°	6.64	29.44	1.63	51.52	774.85
6°	3.10	32.54	1.48	46.61	839.96
7°	5.19	37.73	1.27	40.20	948.96
8°	5.19	42.92	1.12	35.34	1 057.97
9°	5.19	48.11	0.99	31.53	1,166.98

' Considera tiempo fijo.

" Considera tiempos fijos y de carga



La gráfica del análisis realizado nos muestra la inconveniencia de utilizar la motoescrepa más allá de los 3 Km., en los cuales su costo resulta muy alto comparado con el de los camiones.

Observe la mínima diferencia que sigue existiendo entre el costo de los camiones.

Ahora bien, si consideramos la solidez del camión más grande con respecto a la del menor podemos esperar que las reparaciones de éste sean más frecuentes que las del primero.

En conclusión, la decisión más acertada es la de utilizar el camión --
777.

EJEMPLO:

Se desea seleccionar el tipo de banda más adecuado para operar bajo las siguientes condiciones.

CONDICIONES:

Ancho de banda, 76.2 cm.

Distancia entre centros, 175 m.

Elevación entre puntos de carga y descarga, 22.6 m.

Velocidad de la banda, 121.9 m/min.

Material, piedra caliza menor de 15.2 cm., de diámetro, con 80% a 90% de finos y peso específico de 1522 Kg/m³.

Carga máxima por hora, 455 toneladas métricas.

Tipo de transmisión, polea motriz sencilla revestida y colocada en el punto de descarga.

Arco de contacto, 210°

Diámetro de poleas, cabeza = 61 cm., cola = 51 cm., doblar y de arco = 41 cm.

Diámetro de rodillos = 15 cm.

Inclinación de rodillos, 20°

Empalme, de grapas.

Ajuste, de contrapeso cerca de la polea motriz.

SOLUCION:

1. Calculemos la potencia necesaria. (los valores de G, Lc, Fx y Fy se obtienen de las tablas V.3.b, V.4.b y V.5.b respectivamente.

$$X = \frac{G F_x S L_c}{4600} = \frac{57 \times 0.03 \times 121.9 \times 131.3}{4600} = 5.94 \text{ HP}$$

$$Y = \frac{F_y C L_c}{274} = \frac{0.04 \times 455 \times 131.3}{274} = 8.72 \text{ HP } (\#)$$

$$Z = \frac{H C}{274} = \frac{22.6 \times 455}{274} = 37.52 \text{ HP}$$

$$\text{BHP} = 52.2 \text{ HP}$$

2. Con esta potencia calcular la tensión máxima (El valor de K se obtiene de la tabla V.6.b)

$$T_e = \frac{\text{BHP} (4563)}{S} = \frac{52.2 \times 4563}{121.9} = 1953.56 \text{ Kg}$$

$$T_2 = K T_e = 0.38 \times 1953.56 = 742.35 \text{ Kg}$$

$$T_m = 1953.56 + 742.35 = 2696 \text{ Kg}$$

$$T_r = \frac{2696}{76.2} = 35.38 \text{ Kg/cm de ancho}$$

3. Para seleccionar la banda apropiada se deben considerar los siguientes factores:

- 3.1) Resistencia suficiente para soportar la tensión máxima calculada. (Tabla V.7.b)
- 3.2) Flexibilidad transversal para que aún sin carga la banda se conforme lo mejor posible a los rodillos. (Tabla V.9.b)
- 3.3) Cuerpo suficiente para resistir el impacto en el punto de carga y transportarla suavemente. (Tabla V.10.b)
- 3.4) Flexibilidad longitudinal para que la banda flexione correctamente sobre las poleas. (Tabla V.11.b)
- 3.5) Cubiertas que resistan el impacto, el corte y la abrasión. El servicio al que ha de ser destinada y la frecuencia con que ésta pasa por el punto de carga, determinan el espesor y calidad de las cubiertas. Es fácil advertir que una banda corta requerirá cubiertas más gruesas que una banda larga.

Para el ejemplo desarrollado una banda de 4 lonas NYFIL 42-S, con cubiertas superior de 4.8 mm., e inferior de 2.4 mm., satisfaría plenamente los requisitos anteriores.

- (Ø) Verificar en las tablas V.1.b o V.2.b si la banda tiene capacidad suficiente para transportar el material. De acuerdo a las tablas la capacidad máxima es de 567 TPH.

CONCLUSION.

El desarrollo industrial y la actual situación económica en México han traído como consecuencia obligada la incorporación de personas más capacitadas a las diversas instituciones del país.

Tal situación se manifiesta de manera general en la industria de la construcción y en forma particular en la selección de la maquinaria para construcción, ya que el éxito o fracaso dependen tanto del conocimiento de sus características así como de la forma de utilizarla.

El rendimiento del equipo de acarreo tiene un valor particular y en ningún caso se puede generalizar. Esta circunstancia resalta la importancia que tiene la elaboración, sistemática y metódica, de trabajos que proporcionen una visión real del problema y permitan analizarlo correctamente.

TABLAS Y ESPECIFICACIONES

Tabla V.2.a TIEMPOS FIJOS USUALES.

a) MOTOESCREPAS

MODELO	TIPO DE CARGA	TIEMPO DE CARGA (min.)	MANIOBRAS Y DESCARGA
613B	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Tractor D8K	0.7	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Tractor D8K	0.6	0.6
627B/E	Autocargadora	0.8 ¹	0.7
631D	Tractor D9H	0.7	0.7
633D	Autocargadora	0.9	0.7
637D	Tractor D9H	0.6	0.6
637D/E	Autocargadora	0.9 ¹	0.7
639D	Autocargadora	1.0	0.7
641B	Dos tractores D9H	0.7	0.7
651B	Dos tractores D9H	0.7	0.7
657B	Dos tractores D9H	0.5	0.6
657B/E	Autocargadora	1.0 ¹	0.7

¹ Tiempo de carga del par de máquinas, incluso tiempo de transferencia.

b) CAMIONES.

Los tiempos reales variarán según el trabajo y las condiciones. Para fines de aplicación utilizar:

TIEMPO FIJO = Tiempo de reemplazo de camiones en el frente + Tiempo en maniobrar y descargar

Tiempo de reemplazo de camiones en el frente. 0.6. a 0.8 min.

Tiempo en maniobrar y descargar 1.0 min.

Tabla V.3.a. COEFICIENTES DE FRICCIÓN

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA LLANTAS.
Concreto	0.90
Arcilla seca	0.55
Arcilla húmeda	0.45
Arcilla seca con rodadas	0.40
Arena seca	0.20
Arena húmeda	0.40
Rezaga	0.65
Tierra firme	0.55
Tierra suelta	0.45

La fuerza de tracción utilizable se distribuye sobre las llantas motrices, de las siguientes maneras:

Para las motoescrepas se aplica el 54% del peso total si va cargada y 60% del peso total si va vacía.

Para camiones se aplica el 50% del peso total.

Tabla V.4.a DENSIDADES APROXIMADAS DE ALGUNOS MATERIALES

MATERIAL	Kg/m ³ EN BANCO	% DE EXPANSION	Kg/m ³ DE MATERIAL SUELTO	FACTOR VOLUMETRICO DE CONVERSION
Basalto	2970	49	1960	0.67
Bauxita	1900	33	1420	.75
Caliche	2260	01	1250	.55
Carnotita, mineral de uranio	2200	35	1630	.74
Ceniza	860	55	560	.66
Arcilla: Lecho natural	2020	22	1660	.82
Seca	1840	23	1480	.81
Mojada	2080	25	1660	.80
Arcilla y grava: Secas	1660	18	1420	.85
Mojadas	1840	18	1540	.85
Carbón : antracita en bruto	1600	35	1190	.74
Ceniza, carbón bituminoso	890	07	650	.93
Roca compuesta:				
75% roca; 25% tierra	2790	43	1950	.70
50% roca; 50% tierra	2280	33	1720	.75
25% roca; 75% tierra	1960	25	1570	.80
Tierra: apisonada y seca	1900	25	1510	.80
excavada y mojada	2020	26	1700	.79
marga	1540	25	1250	.80
Granito fragmentado	2730	64	1660	.61
Grava: de cantera	2170	12	1930	.89
seca	1690	12	1510	.89
Yeso: fragmentado	3170	75	1810	.57
triturado	2790	75	1600	.57
Piedra caliza: fragmentada	2610	69	1540	.59
Arena: seca y suelta	1600	12	1420	.89
húmeda	1900	12	1690	.89
mojada	2080	12	1840	.89
Arena y arcilla suelta	2020	27	1600	.79
Arena y grava: seca	1930	12	1720	.89
mojada	2230	10	2020	.91
Arenisca	2520	67	1510	.60
Esquisto	1660	33	1250	.75
Escoria fragmentada	2940	67	1750	.60
Piedra Triturada	2670	67	1600	.60
Tierra Vegetal	1370	43	950	.70
Roca traapeana fragmentada	2610	49	1750	.67

Tabla V.5.a RESISTENCIA AL RODAMIENTO

TIPO DE CAMINO	RESISTENCIA	
	Kg/Ton	%
Superficie dura, liza estabilizada con humedad y mantenimiento. Sin penetración interior de las llantas.	20	2
Superficie firme, lisa sin estabilizar con polvo, que se flexiona ligeramente bajo la cara o está ondulada. Mantenimiento regular y algo humedecida.	30	3
Superficie lodosa, con carriles de las rodadas sin mantenimiento ni estabilización, con penetración:		
a) Entre 1 y 2 pulgadas	50	5
b) Entre 4 y 6 pulgadas	75	7.5
Arena suelta o grava.	100	10
Camino en pésimas condiciones de mantenimiento (blando, fangoso con rodadas)	200	20
Camino pavimentado	35	3.5
Camino revestido	50	5
Camino sin revestir	65	6.5

Tabla V.1.b CAPACIDADES DE BANDAS EN THP (2000 Lb)
Y UNA VELOCIDAD DE 30.5 m/min.

MODI- LIOS.	PESO ESP. (kg/m ³)	ANCHO DE BANDAS (CM)										
		35.6	40.6	45.7	50.8	61.0	76.2	91.4	106.7	121.9	137.2	152.4
20°	480	10	13	17	22	33	53	78	108	144	183	228
	800	16	22	28	36	55	88	130	180	240	305	380
	1200	24	32	42	54	83	132	195	270	360	458	570
	1600	32	43	56	73	110	176	260	360	480	600	760
	2000	40	54	70	90	138	220	325	450	610	762	950
	2400	48	65	84	108	165	264	390	540	720	915	1140
35°	480	12	16	20	26	40	65	95	132	176	224	278
	800	19	27	34	44	67	108	159	220	293	373	464
	1200	29	40	51	66	100	161	238	329	439	558	696
	1600	39	53	68	88	134	215	317	439	585	745	928
	2000	49	66	85	110	168	269	396	549	732	932	1160
	2400	59	80	102	132	201	322	476	660	878	1118	1392
45°	480	13	17	22	28	43	69	101	141	187	238	296
	800	21	28	37	47	72	115	169	234	312	397	494
	1200	32	42	55	71	107	172	244	352	468	595	741
	1600	42	56	73	94	143	229	338	468	624	793	988
	2000	53	70	91	117	179	286	422	586	780	990	1235
	2400	63	84	110	141	214	344	507	702	936	1190	1482

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tabla V.2.b CAPACIDAD DE BANDAS EN TONELADAS METRICAS
POR HORA (INCLINACION 20°)

ANCHO DE BANDA	PESO DEL MATERIAL (kg/m ³)	VELOCIDAD DE LA BANDA (m/min)											
		15.2	30.5	45.7	61.0	76.2	91.0	106.7	121.9	137.2	152.4		
30.4	560	3.6	7.3	11	15	18	22						
	1200	8	15	24	32	39	97						
	2000	13	75	39	53	65	78						
45.7	560	9	17	26	35	44	52	61	69				
	1200	18	37	55	79	93	111	130	148				
	2000	31	62	93	123	154	185	126	247				
61.0	560	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160		
	1200	35	69	103	139	171	206	240	274	308	343		
	2000	57	114	171	229	286	343	400	458	512	571		
76.2	560	26	53	78	104	131	157	182	209	235	261		
	1200	55	112	167	223	279	335	391	447	503	558		
	2000	93	186	279	373	467	558	653	744	839	930		
21.0	560	39	78	117	156	195	235	273	313	352	391		
	1200	83	168	253	335	419	503	585	671	753	839		
	2000	140	279	419	558	699	839	980	1116	1256	1397		
106.6	560	55	111	166	221	277	332	387	443	499	553		
	1200	119	237	356	472	594	712	830	948	1066	1188		
	2000	198	396	594	789	989	1188	1383	1578	1778	1978		
122.0	560	75	150	225	300	375	450	526	599	676	753		
	1200	161	321	481	644	803	966	1125	1288	1447	1606		
	2000	268	535	803	1070	1338	1606	1873	2141	2413	2676		

Tabla V.3.b FACTOR DE PESO "G" (kg/cm)

Ancho de banda (cm)	Servicio Liviano rodillos de 10 cm.	Servicio Regular rodillos de 12.7 cm.	Servicio Regular rodillos de 15 cm.	Servicio pesado 7 a 10 capas rodillos de 15.2 a 17.8 cm.
35.6	18	21		
40.6	21	22	30	
47.5	22	25	33	
50.8	24	27	37	
61.0	28	36	45	48
76.2	37	46	57	67
91.4	43	55	70	86
106.7	51	64	82	106
121.9		71	95	125
137.0			107	145
152.8			120	164

Para instalaciones grandes el valor de "G" se puede obtener sumando el peso total de la banda (aprox. dos veces la distancia entre centros), los pesos de las poleas y de los rodillos, tanto del lado de carga como del lado de retorno y dividiendo - esta suma por la distancia entre centros del transportador.

Tabla V.4.b FACTORES DE LONGITUD

Lc = 0.55 L + 35.06												
L	7.6	30.5	53.3	99.1	121.9	144.8	167.6	190.5	213.4	236.2	259.1	281.9
Lc	29.3	51.8	64.4	89.6	102.1	114.7	127.2	139.8	152.4	165.0	177.6	190.1

Los valores de Lc no considerados se calculan con la expresión arriba escrita.

Tabla V.5.b FACTORES DE FRICCIÓN.

	Equipo Nuevo	Equipo Usado
Fx	0.03	0.035
Fy	0.04 *	0.045

T A B L A V.6.b.

F A C T O R M O T R I Z

Arco de contacto de la banda en la polea principal.	Tipo de Transmisión.	Tensor de tornillo		Tensor de contrapeso	
		Polea sin revestimiento	Polea con revestimiento	Polea sin revestimiento	Polea con revestimiento
150°	Sencilla	1.5	1.0	1.08	0.67
160°	Sencilla	1.4	0.9	0.99	0.60
170°	Sencilla	1.3	0.9	0.99	0.55
180°	Sencilla	1.2	0.8	0.84	0.50
190°	Sencilla con polea de arco	1.1	0.7	0.77	0.45
200°	Sencilla con polea de arco	1.0	0.7	0.72	0.42
210°	Sencilla con polea de arco	1.0	0.7	0.67	0.38
220°	Sencilla con polea de arco	0.9	0.6	0.62	0.35
230°	Sencilla con polea de arco	0.9	0.6	0.58	0.32
290°	Sencilla con polea de arco	0.8	0.6	0.54	0.30
340°	2 Poleas en tandem	0.5	0.4	0.29	0.143
360°	2 Poleas en tandem	0.5	0.4	0.26	0.125
380°	2 Poleas en tandem	0.5	0.3	0.23	0.108
400°	2 Poleas en tandem	0.5	0.3	0.21	0.095
420°	2 Poleas en tandem	0.4	0.3	0.19	0.084
440°	2 Poleas en tandem			0.17	0.074
460°	2 Poleas en tandem			0.15	0.064
480°	2 Poleas en tandem			0.14	0.056

Tabla V.7.b CAPACIDAD A LA TENSION PARA BANDAS CON EMPALMES
ENGRAPADOS (K /cm de ANCHO)

MATERIAL LONAS	ALGODON	ALG.28	ALG.36	NYFIL 32S	NYFIL 42S	ALG.42	ALG.48S	NYFIL 52S	NYFIL 65R	NYFIL 75R
	28	NYFIL 28S	RAYON 40	RAYON 40R	RAYON 52R	NYFIL 32S	NYFIL 52R	" 48S		
3	9-13	11-16	13-19	14-21	16-29	18-27	20-29	21-32	23-35	27-40
4	13-18	16-21	19-25	21-29	24-32	27-36	29-39	32-43	35-96	40-54
5	18-22	21-27	25-31	29-36	32-40	36-45	39-49	43-54	46-58	54-67
6	22-27	27-32	31-38	36-43	40-48	45-54	49-59	54-64	58-70	67-80
7	27-31	32-38	38-44	43-50	48-56	54-63	59-69	64-75	70-81	80-94
8	31-36	38-43	44-50	50-57	56-64	63-71	69-79	75-86	81-93	94-107
9	36-40	43-48	50-56	57-64	64-72	71-80	79-88	86-96	93-105	107-121
10	40-45	48-54	56-63	64-71	72-80	80-89	88-98	96-107	105-116	121-134

Tabla V.8.b CAPACIDAD A LA TENSION PARA BANDAS CON EMPALMES
VULCANIZADOS (Kg/cm DE ANCHO)

MATERIAL LONAS	ALG.28 NYFIL 28S	ALG.32	ALG.36 NYFIL 40R	NYFIL 36S RAYON 40R	ALG.42	NYFIL 42S	ALG.48	NYFIL 48S	NYFIL 65R	NYFIL 70RS
4	17-25	19-28	22-31	24-35	27-39	29-42	32-46	36-53	44-63	54-77
5	25-31	28-36	31-40	35-45	39-49	42-54	46-58	53-67	63-80	77-98
6	31-38	36-43	40-48	45-54	49-59	54-64	58-70	67-80	80-96	98-118
7	38-43	43-49	48-55	54-61	59-68	64-73	70-79	80-91	96-110	118-134
8	43-47	49-54	55-61	61-67	68-74	73-81	79-88	91-102	110-122	134-149
9	47-51	54-58	61-65	67-72	74-80	81-87	88-95	102-109	122-131	149-157
10	51-54	58-62	65-70	72-77	80-85	87-93	95-100	109-115	131-138	157-169

Tabla V.9.b NUMERO MAXIMO DE CAPAS QUE PERMITEN ACANALAMIENTO

		EMPALMES VULCANIZADOS (RODILLOS A 20°)								EMPALMES ENCRAPADOS (RODILLOS 45°)				
ALGODON		28	36	42	48				28	36	42			
		32								32				
NYFIL DE ALGODON		28S	36S	42S	48S				28S	32S	36S	42S	48S	
		32S												
RAYON		40R	52R						40R	52R				
NYFIL DE RAYON		52RxS		65RS	75RS		100RS	120RS		65R6				
				70RS	80RS					52RxS	70RS			
ANCHO DE BANDA	30.5	4	3	3						5	4	4		
	45.8	5	4	4	3	3								
	61.0	7	6	5	5	4	3	4	3					
	76.3	9	8	7	6	5	4	5	4	6	5	5	4	
	91.4	10	9	8	7	6	5	6	6	6	6	5	5	4
	106.7		10	9	8	7	7	6	6	7	7	6	5	4
	121.9			10	9	8	8	7	6	8	7	6	6	5
	137.2				10	9	9	8	7	8	8	7	7	6
	152.4					10	10	9	7	9	9	8	7	6

Tabla V.10.b NUMERO MINIMO DE CAPAS PARA RESISTIR IMPACTO Y EVITAR MOVIMIENTO
EXCESIVO DE LA CARGA

98

ANCHO DE BANDA (CM)	MATERIAL DE POCO PESO		MATERIAL MENOR DE 1200 Kg/m ³ CON TROZOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS.				MATERIAL MENOR DE 1600 Kg/m ³ CON TROZOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS.				MATERIAL MENOR DE 2000 Kg/m ³ CON TROZOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS				MATERIAL MENOR DE 2400 Kg/m ³ CON TROZOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS.								
	LONAS MIN		LONAS MINIMAS				LONAS MINIMAS				LONAS MINIMAS				LONAS MINIMAS								
	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S RAYON 40R	TAMANO MAXIMO DE TROZOS CON 75% O DE FINOS (CM)	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S	ALGODON 42, 48 NYFIL 36, 42, 48 RAYON	NYFIL DE RAYON 52, 65, 70, 75RS	TAMANO MAXIMO DE TROZOS CON 75% O DE FINOS (CM)	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S RAYON 40R	ALGODON 42, 48 NYFIL 36, 52S	NYFIL DE RAYON 65, 70, 75RS	TAMANO MAXIMO DE TROZOS CON 75% O DE FINOS (CM)	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S	ALGODON 42, 48 NYFIL 36, 42S RAYON 52R	NYFIL DE RAYON 52, 65, 70RS	TAMANO MAXIMO DE TROZOS CON 75% O MAS DE FINOS (CM)	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S	ALGODON 42, 48 NYFIL 36, 42S RAYON 52R	NYFIL DE RAYON 52, 65, 70RS	TAMANO MAXIMO DE TROZOS CON 75% O MAS DE FINOS (CM)	ALGODON 28, 36 NYFIL 28, 32S	ALGODON 42, 48 NYFIL 36, 42S RAYON 52R	NYFIL DE RAYON 52, 65, 70RS		
30.5	3	2.5	3	3																			
45.6	3	2.5	4	3		5	4	4		10	4	4											
61.0	3	5.0	4	3	3	8	4	4	3	15	5	4	4	20	5	4	4						
76.2	4	5.0	4	3	3	10	4	4	3	18	5	4	4	25	6	5	4						
91.2	4	5.0	5	4	4	13	5	5	4	23	6	5	5	30	7	6	5						
106.4	4	7.6	5	4	4	15	6	5	4	25	7	6	5	36	8	7	6						
122.0	4	7.6	6	5	4	18	6	5	5	30	7	6	6	41	8	7	7						
136.8	4	10.2	6	5	4	20	7	6	5	33	8	7	6	46	9	8	7						
152.4	4	10.2	7	6	5	23	7	6	6	38	8	7	6	51	9	8	7						

Tabla V.11.b DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS DE POLEAS (CM) CUANDO
LA BANDA TRABAJA A SU TENSION MAXIMA *

No. DE CAPAS	POLEA MOTRIZ DELANTERA	POLEA DE COLA, TENSORA O DE ARCO EN LUGARES DE ALTA TENSION	POLEA DE DOBLAR O DE ARCO EN LUGARES DE BAJA TENSION
--------------	------------------------	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

ALGODON 28, NYFIL 28S Y 32S, RAYON 40R

3	41	30	30
4	51	41	30
5	61	51	41
6	76	61	51
7	91	76	61
8	108	76	61
9	122	91	76
10	137	107	76

ALGODON 32 Y 36, NYFIL 36S Y 42S

3	51	46	41
4	61	51	46
5	76	61	51
6	91	76	61
7	107	91	76
8	122	91	76
9	137	107	91
10	152	122	91

ALGODON 48, NYFIL 48S, NYFIL DE RAYON 52 RXS Y NYFIL DE RAYON 65 RS

3	51	41	41
4	76	61	51
5	91	76	61
6	107	91	76
7	122	91	76
8	137	107	91
9	152	122	107
10	177	137	107

CONTINUACION TABLA V.11.b

NYFIL DE RAYON 70RS, 75RS Y 80RS

3			
4	76	61	51
5	107	76	61
6	122	91	76
7	137	107	91
8	152	122	107
9	177	137	107
10	183	152	122

NYFIL DE RAYON 100 RS Y 120 RS

3			
4	107	91	
5	137	107	
6	152	122	
7	168	137	
8	183	152	
9	198	168	
10	213	168	

* Se pueden emplear diámetros menores de los indicados en la tabla cuando la tensión de la banda sea menor que la máxima permitida.

% DE LA TENSION
MAXIMA PERMITIDA.

DEDUCCION PERMISIBLE DEL DIAMETRO DE POLEAS

90	10%
80	20%
70 ó menos	30%

Tabla V.12.b GUIA PARA SELECCION DE ESPESOR Y CALIDAD DE CUBIERTAS (MM)

CICLO (MIN)	TIPO	MATERIAL MODERADAMENTE ABRASIVO. CARBON VEGETAL, CAL, GRAVA REDONDA, ETC.	MATERIAL ABRASIVO ANTRACITA, CEMENTO, PIEDRA CALIZA, ETC.	MATERIAL MUY ABRASIVO BAUXITA, ROCA FOSFORICA ARENA, MINERALDE COBRE, ESCORIA, ETC.	MATERIAL EXTREMADAMENTE ABRASIVO. GRANITO, MINERAL DE CUARZO MINERAL DE HIERRO, ETC.								
		TAMAÑO DEL MATERIAL			TAMAÑO DEL MATERIAL			TAMAÑO DEL MATERIAL			TAMAÑO DEL MATERIAL		
		HASTA 25.4	25.4 a 127	127 δ +	HASTA 25.4	25.4 a 127	127 δ +	HASTA 25.4	25.4 a 127	127 δ +	HASTA 25.4	25.4 a 127	127 δ +
HASTA 0.5	A	1.6-4.0	2.4-4.5	3.2-6.4	2.4-5.5	3.2-7.2	4.8-9.6	3.2-7.2	3.2-8.8	6.4-12.8	3.2-8.8	4.8-11.2	8.0-16.0
	B	2.4-5.6	3.2-6.1	4.8-8.0	3.2-7.2	3.2-8.8	6.4-11.2	3.2-9.6			4.8-11.2		
0.5 A 1.0	A	1.6-3.2	2.4-4.0	3.2-5.6	1.6-4.0	2.4-4.8	3.2-8.0	2.4-6.4	3.2-7.2	4.8-10.4	3.2-8.0	3.2-9.6	6.4-12.8
	B	1.6-4.0	2.4-4.8	3.2-6.4	2.4-5.6	3.2-6.4	4.8-9.6	3.2-8.0	4.8-9.6	6.4-12.8	4.8-9.6	6.4-12.8	
HASTA DE 1.0	A	0.8-2.4	1.6-3.2	2.4-4.8	1.6-3.2	2.4-4.0	3.2-6.4	2.4-8.0	3.2-5.6	4.8-8.0	3.2-6.4	3.2-7.2	4.8-9.6
	B	0.8-2.4	1.6-4.0	3.2-5.6	1.6-4.0	3.2-5.6	4.8-8.0	3.2-5.6	3.2-7.2	6.4-9.6	3.2-8.0	4.8-9.6	6.4-12.8

BIBLIOGRAFIA.

APURTO VALDES, Rafael: Cálculo del rendimiento en los equipos de construcción. UNAM, 1982.

ADIL GABAY: Maquinaria auxiliar de obras. Ed. Tecnos, 1952.

ADIL GABAY, J.Z. EMP.: Máquinas para obras. Ed. Blume, 1952.

HERBERT L. Nichols Jr.: Movimiento de tierras. Ed. Cecsca, 1985.

PEURIFOY, Robert Leroy : Métodos, planeamiento y equipos de construcción. Ed. Diana, 1975.

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION: Factores de consistencia de costos y precios unitarios. UNAM. 1982.