

DESCARTE

1972

1973

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.



TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA,
PRESENTA:

Ramón Morán Reyes

DIRECTORES DE TESIS:

ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU
ING. SERGIO LOPEZ MENDOZA



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.

DESCARTE

MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS EN
MEXICO

1973. -

SEMINARIO DE TESIS DE
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO
DE TIERRAS, EN MEXICO

1973

Agradezco muy sinceramente a los señores Ingenieros:

JAVIER JIMENEZ ESPRIU

SERGIO LOPEZ MENDOZA,

*la orientación que de ellos he recibido y que en forma -
concreta ha sido para mí un efectivo aprendizaje en este
trabajo que podría considerar como mi última participa-
ción escolar como alumno de la Facultad de Ingeniería.*

A MIS MAESTROS

A TODAS LAS PERSONAS QUE
COLABORARON CONMIGO EN LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

INDICE

INTRODUCCION

1.- GENERALIDADES

1.1.- ANTECEDENTES

1.2.- POLITICAS

1.2.1.- Políticas Fiscales

1.2.2.- Políticas de Comercio Exterior

1.2.3.- Política de Descentralización

1.2.4.- Políticas de Desarrollo con financiamiento Exterior

2.- SITUACION ACTUAL E INVENTARIO NACIONAL

2.1.- SITUACION ACTUAL

2.2.- INVENTARIO NACIONAL

2.2.1.- Importaciones (1965-1971)

2.2.2.- Fabricación Nacional (1965-1971)

2.2.3.- Estimación de Maquinaria anterior a 1965

2.2.4.- Inventario Total

3.- SELECCION Y USO DE MAQUINARIA

- 3.1.- SELECCION DE MAQUINARIA
- 3.2.- TRACTORES
- 3.3.- SELECCION DE TRACTORES
- 3.4.- ESCREPAS
- 3.5.- SELECCION DE ESCREPAS
- 3.6.- MOTOESCREPAS O ESCREPAS
MOTORIZADAS
- 3.7.- SELECCION DE MOTOESCREPAS
- 3.8.- CARGADORES
- 3.9.- SELECCION DE CARGADORES
- 3.10.- MOTOCONFORMADORAS O NIVE-
LADORAS
- 3.11.- SELECCION DE MOTOCONFORMADOR
RAS
- 3.12.- COMPACTADORES
- 3.13.- SELECCION DE RODILLO PATA DE
CABRA
- 3.14.- SELECCION DE COMPACTADORES
DE NEUMATICOS
- 3.15.- SELECCION DE APLANADORA DE NEUM
MATICOS CON UNIDAD VIBRATORIA
- 3.16.- SELECCION DE APLANADORAS DEL TIP
PO DE RUEDAS LISAS
- 3.17.- RETROEXCAVADORAS Y PALAS MECA-
NICAS

3.18.- SELECCION DE RETROEXCAVADORAS

3.19.- SELECCION DE PALAS

4.- ESTIMACIONES DE PRODUCCION

4.1.- TRACTORES

4.1.1.- Rendimiento usando cuchilla recta

4.1.2.- Reducción de la eficiencia por la altitud y temperatura

4.1.3.- Velocidades usuales

4.2.- ESCREPAS Y MOTOESCREPAS

4.2.1.- Fórmula básica para estimar la -- producción horaria de las máquinas

4.2.2.- Aplicación de la fórmula básica en ladera

4.2.3.- Aplicación de la fórmula básica en trabajos futuros

4.2.4.- Tiempo del ciclo del viaje

4.2.5.- Tracción usual

4.2.6.- Velocidades usuales para unidades de acarreo dotadas con llantas neumáticas

4.2.7.- Peso de la máquina

4.3.- CARGADORES

4.3.1.- *Ciclo de carga*

4.3.2.- *Eficiencia de la carga*

4.4.- **MOTOCONFORMADORAS**

4.4.1.- *Tiempo del ciclo para motoconformadoras*

4.4.2.- *Velocidades de transmisión*

4.5.- **COMPACTADORES**

4.6.- **DRAGAS, RETROEXCAVADORAS Y PALAS MECANICAS**

4.6.1.- *Estimaciones del rendimiento de trabajo*

4.6.2.- *Tiempo del ciclo*

4.6.3.- *Conceptos de interés*

5.- **CALCULO DE COSTO HORARIO DE LAS MAQUINAS**

5.1.- **CARGOS FIJOS**

5.1.1.- *Cargos por depreciación*

5.1.2.- *Cargos por inversión*

5.1.3.- *Cargos por seguros*

5.1.4.- *Cargos por almacenajes*

5.1.6.- *Cargos por mantenimiento mayor y menor*

- 5.2.- CARGOS POR CONSUMO
 - 5.2.1.- *Cargo por combustible*
 - 5.2.2.- *Cargo por otras fuentes de energía*
 - 5.2.3.- *Cargo por lubricantes*
- 5.3.- CARGO POR OPERACION
- 5.4.- CARGO POR TRANSPORTES
- 5.5.- CARGOS VARIOS
 - 5.5.1.- *Cargo por llantas*
 - 5.5.2.- *Cargo por herramientas de ataque*
 - 5.5.3.- *Cargo por montaje*
- 5.6.- CARGOS INDIRECTOS Y UTILIDAD
 - 5.6.1.- *Cargos indirectos*
 - 5.6.2.- *Cargo por utilidad*
- 5.7.- CARGOS ADICIONALES

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCTION

INTRODUCCION

Una de las preocupaciones inherentes al hombre, es la creación de satisfactores que conformen un Modus Vivendi adecuado para él y su comunidad, así, la planeación organizada y bien dirigida del medio ambiente en que él habita es consecuencia real de su inquietud por proporcionarse la realización de sus anhelos acordes con las necesidades prevaletientes de la época.

Si por un momento nos permitimos establecer una ligera pausa para visualizar y aquilatar los logros obtenidos y heredados por nuestros antepasados, y sobre todo, la aplicación que les hemos asignado, comprenderemos el eslabonamiento existente en el gigantesco plano de la técnica; esto es, a medida de que se han controlado las fuerzas de la naturaleza por medio de máquinas de una increíble variedad, o que en un momento dado éstas realizan dichas fuerzas semejando a las naturales controladas por medios mecánicos y eléctricos, se ha encontrado su aplicación en la consecución de los fines deseados; algunos ejemplos palpables nos podrán ilustrar un poco más respecto a lo que aparentemente es conocido.

Es del dominio general que la aplicación de la energía eléctrica en el mundo industrial es primordial, y que ésta encuentra su origen más económico en el aprovechamiento de las plantas hidroeléctri-

cas y para lograrlo, el hombre realiza construcciones de canales y presas en ríos y corrientes fluviales considerables para almacenar la energía potencial representada por volúmenes respetables de agua; esto es trabajo de titanes que lo hacen sentir la imperiosa necesidad de mover cantidades formidables de tierra en cuya realización se auxilia de máquinas de diversa índole para conseguir lo que algunas veces parecía imposible.

Por otra parte, el hombre necesita del traslado de los satisfactores por lo cual, ha recurrido a planificar las vías de acceso hasta donde éstos se encuentran y así, la construcción de carreteras, autopistas, vías férreas, aeropuertos, obras portuarias, etc., son necesarias e imprescindibles con la subsecuente utilización de la maquinaria de Movimiento de Tierras.

El desarrollo del Movimiento de Tierras mecanizado se deja sentir en las primeras décadas del siglo XX; el medio más utilizado fué el cucharón de arrastre de tracción animal llamado "fresno", al utilizar el motor de gasolina, y más tarde el motor Diesel, dieron el impulso necesario al desarrollo del tractor, a éste, provisto de una cuchilla delantera se le dió el nombre de Bulldozer (o tractor empujador) que es como lo conocemos actualmente.

Con la necesidad de superar mayores distancias, transportar cargas

más pesadas y lograr mayores beneficios, fué desarrollada la trai
lla sobre ruedas. Uno de los primeros tipos fué construído por Le
Tournoau en el año de 1922 -era de cuatro ruedas y podía ser re--
molcada por los distintos tractores de oruga que existían en ésa --
época.

A medida que los trabajos de Movimientos de Tierras iban en au--
mento en cuantía y tamaño, muchos de ellos requerían el transpor--
te por carreteras que cubrían grandes distancias. En los prime--
ros años de la década de 1950, apareció en el mundo de la cons--
trucción el tractor cargador. Su finalidad era de llenar los camio
nes que acarrearán la tierra y la de ofrecer una gran maniobrabi--
lidad en una amplia gama de condiciones de trabajo.

Al observar el ritmo de crecimiento de las grandes urbes del mun
do, se hacen necesarios los proyectos de obra que exigen movi- -
mientos de material con volúmenes del orden de 15×10^6 de me--
tros cúbicos; y para esto, se necesitan mayores equipos para mo--
ver esas cantidades con mayor velocidad y más económicamente,
evitando hasta donde sea posible un incremento en el costo de la --
mano de obra con un subsecuente aumento en productividad.

Es preciso indicar que en todo lo referente a la consecución de un --
fin preestablecido, nos deberemos percatar de los elementos con --

que se cuenta y de este modo, establecer los cimientos básicos y a partir de ellos, incrementar las posibilidades de llegar a la meta -- con resultados satisfactorios; existen en cada país, de acuerdo con su idiosincracia, políticas perfectamente bien determinadas para la adquisición de bienes materiales e inmateriales que servirán para -- el bienestar de sus habitantes de acuerdo con los elementos de que -- disponen, en el caso de la maquinaria de Movimientos de Tierras -- en México, se ve la necesidad imperiosa de conocer dichas políticas y hacer las conclusiones pertinentes para un fortalecimiento de la -- Economía Nacional.

En el gremio de la construcción, se observa que a medida de que -- las obras aumentan de volumen, se hace referencia a la cantidad -- de maquinaria con que se dispone en un momento determinado, así -- se establece si se es capaz de llevarla a buen fin o no, esto sucede comunmente en toda empresa que se preocupa por su supervivencia en la competencia y en especial, en su futuro próximo por lo que dirige la vista hacia sus alrededores buscando proveerse de la maquinaría que hará de sus ingresos un incremento razonable que la mantenga firme y estable; factores importantísimos como fabricación -- nacional e importaciones de maquinaria son básicos en el panorama de sus metas.

Una vez que se establece el proyecto de obra y observando que es factible hacerla, el uso de los elementos disponibles es factor de primerísima importancia ya que de acuerdo con las características propias de cada máquina, su uso inadecuado dará como resultado el deterioro y hasta la inutilización de la misma que redundará en el fracaso rotundo de la empresa. Este punto es motivo de una vigilancia constante por parte de los hombres cuya especialización de Ingeniería los capacita para preveer posibles contingencias desfavorables y el establecimiento del uso adecuado para cada máquina; el desconocimiento de ello o su olvido será en perjuicio de la eficiencia en la producción.

El capital, como elemento principal en la adquisición de bienes y beneficios, necesita de especial cuidado en lo que se refiere a posibles fugas o pérdidas producto de los aumentos en los costos - por inversión, operación, mantenimiento, transporte, almacenaje, combustible, etc., y el desconocer como y cuando se efectúan resulta fatal. La eficiencia con que trabaja una máquina debe ser perfectamente conocida y motivo de estrecha vigilancia; su capacidad deberá estar acorde con las necesidades para las cuales se hizo necesaria su adquisición, el tiempo de ciclo de la misma se encontrará íntimamente ligado con la duración de la obra; en fin, re

sulta interesante observar la influencia de estos factores en el fortalecimiento del capital.

El desarrollo nacional en el renglón de la construcción, necesita - de un vigoroso impulso para lograr los resultados a corto y largo plazo fijados, por lo cual, hemos visto que en materia de Maquinaria de Movimiento de Tierras, los factores que intervienen resultan de particular interés, motivo por el cual nos avocamos a la realización de este trabajo, esperando que sirva de base para llevar a cabo estudios más profundos.

1. - GENERALIDADES

1.- GENERALIDADES

En este capítulo analizaremos los antecedentes y las inquietudes - que nos llevaron a la idea de realizar este estudio.

Así también hablaremos de la participación gubernamental, en el desarrollo de la industria en el País y por lo tanto, lo que respecta a la industria fabricante de maquinaria para construcción.

A su vez, se tratará de analizar también, el comportamiento de - los sectores público y privado en cuanto al uso y administración - de la maquinaria para la construcción.

1.1.- ANTECEDENTES

Uno de los hechos más notables que México ha confrontado en su interior en los últimos años, es el impulso vigoroso y creciente - que han recibido las obras públicas para crear la infraestructura, singularmente las comunicaciones, aspecto éste que ha contribuído de manera preponderante para ampliar y construir los derrotes que el País sigue con tanto entusiasmo.

En 1926 se creó la Dirección Nacional de Caminos que tenía como objetivo principal la gran tarea de comunicar al País, necesidad - que estaba reclamando una rápida solución y que por una parte el crecimiento de la industria automotriz y por otra la falta de comu

los sesenta fué de 8.7% anual superior al del Producto Bruto Interno en su conjunto, por lo que su participación pasa de 4.0% en 1964 a 4.6% en 1969. Se estima que este sector dió ocupación en 1969, a más de 730,000 personas, es decir, 4.8% de la población económicamente activa; siendo entonces cuando se inició la fabricación de algunos equipos para la industria de la construcción en el País.

1.2.- POLITICAS

Dentro de este aspecto se intenta una reseña de la participación económica gubernamental de fomento a la industria y de que manera el sector público ha contribuído a su desarrollo, por lo que expondremos las políticas que el Estado ha desarrollado para impulsar y acelerar el desarrollo del sector industrial en general, quedando enmarcadas dentro de este sector, las empresas fabricantes de maquinaria de construcción.

El encargado de desarrollar las políticas de mejoramiento industrial es el Gobierno Federal, que ha utilizado muy diversas formas para impulsar la industrialización del País y aquí nos proponemos analizar algunas de ellas.

1.2.1. - POLITICAS FISCALES

LEY DE FOMENTO DE INDUSTRIAS NUEVAS Y NECESARIAS

Entre las leyes y ordenamientos de fomento más importantes de es t́mulos fiscales, las que más han destacado, han sido aquellas que dispone la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias decretada el 31 - de diciembre de 1954, ley que a su vez derogó la antigua Ley de fo mento de Industrias de Transformación de 1941. -

"El objeto de la presente Ley es el fomento de la Industria Nacio-- nal mediante la concesión de franquicias fiscales que estimulen el establecimiento de nuevas actividades industriales y el mejor des- arrollo de las existentes. Tales franquicias se otorgan a las indus trias que conforme a esta ley son clasificadas, como nuevas o nece sarias, las que a su vez se dividirán en básicas, semibásicas o se cundarias para definir la duración de las franquicias".

Esto es lo que nos dice en su artículo primero la Ley de Fomento - de Industrias Nuevas y Necesarias.

Esta Ley considera como industrias nuevas, las que fabrican mer- cancías que no se producían en el País, si es que no se trata de --- substitutos de otras que ya eran producidas; y como industrias nece sarias aquellas que manufacturan mercancías que se producen en -- el País en cantidades insuficientes para satisfacer el consumo Nacio

nal. Por otra parte la Ley considera como industrias básicas, aquellas que produzcan materias primas, máquinas, maquinaria, equipo o vehículos que sean primordiales para una o más actividades de importancia fundamental para el desarrollo del País; por ello las máquinas empleadas en movimientos de tierras se consideran como parte de la industria básica. Las semibásicas comprenden las que producen herramientas, aparatos científicos o artículos que puedan ser utilizados en procesos posteriores de otras actividades industriales importantes.

En coordinación la Secretaría de Industria y Comercio y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público determinarán si una industria es nueva o necesaria, básica, semibásica o secundaria también -- determinarán la cuantía de las reducciones o de las exenciones en los impuestos como pueden ser:

Al impuesto general de importación.

Al impuesto general de exportación.

Al impuesto del timbre.

Al impuesto sobre ingresos mercantiles.

Al impuesto sobre la renta.

Las cuales se hacen de acuerdo a las características que la misma ley establece para el otorgamiento de las franquicias.

Así mismo la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias - establece en su artículo 5o. cuales son las industrias que gozarán de franquicias fiscales y las agrupa en cinco párrafos que son:

I.- Las de transformación, que mediante la modificación substancial de las propiedades físicas y químicas de las materias primas o de los artículos semiterminados que utilicen en su producción, les agreguen un valor económico importante.

II.- Las extractivas de minerales no metálicos destinados al uso nacional que mediante las instalaciones y equipo de su propiedad los beneficien en forma que puedan ser utilizados como materias primas por la industria nacional.

III.- Las de ensamble que armen mercancías con partes que en su totalidad sean fabricadas en el País; y las que, con sus propios equipos, produzcan no menos del 35% del costo directo de la totalidad de las partes, con las que ensamblen sus productos, pero -- que en ningún caso utilicen piezas de origen extranjero que representen más del 40% del costo directo.

IV.- Las de prestación de servicios en actividades económicas importantes que determina el reglamento de la propia ley.

V.- Las que exporten mercancías.

En nuestro caso el tipo de industria estudiado se encuentra enmar-

cado en el párrafo III. -

Como podemos observar esta ley, no deja de ser un instrumento - que el gobierno ha utilizado para el desarrollo de la industria mexicana.

REGLA XIV

Así como la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias, - encontramos, la Regla XIV de la Tarifa del Impuesto General de - Importación, como otro de los mecanismos fiscales para el fomento del desarrollo industrial.

En 1929 se creó una nueva tarifa de importación en donde aparece por primera vez la Regla XIV como tal, y en 1956 su mayor transformación a consecuencia de la creación de la nueva tarifa -- del impuesto general de importaciones.

El sacrificio fiscal derivado de la operación de esta regla ha coadyuvado junto con otros incentivos a la industrialización nacional.

Los estímulos fiscales que la Regla XIV otorga a partir de 1964 con las modificaciones de la nueva tarifa del impuesto general de importación, son:

- a) Reducción del 75% del impuesto a la importación de las partidas comprendidas en el artículo 12 de la Ley de Ingresos de la -- Federación cuya cuota advalorem sea del 15% o menos.*

b) *Reducción del 50% en el impuesto a la importación de las --
partidas que están comprendidas en el campo de aplicación de la Re-
gla XIV, cuyo nivel arancelario sea superior al 15% en la cuota ad-
valorem, que no hayan sido afectados por las reformas al artículo -
12 de la Ley de Ingresos de la Federación.*

c) *Reducción del 50% en los casos en que la importación esté -
dentro del campo de aplicación de la Regla XIV, pero que no cum--
pla con la totalidad de los requisitos indispensables.*

INTEGRACION NACIONAL

*El 25 de agosto de 1962, fué dado a conocer el decreto emitido por -
el Presidente de la República con relación a la Integración de la In-
dustria Automotriz por medio de la cual se hizo del conocimiento de
las diferentes plantas ensambladoras, la obligación que tienen para -
producir en México los motores mecánicos que forman parte de los -
automóviles y camiones para ellos elaborados, indicándose que las -
empresas que no cumplan con las disposiciones, quedarán automáti-
camente, fuera del mercado. La idea es que algunas piezas de esos
motores y conjuntos mecánicos deberán fabricarse en México, a par-
tir del 1o. de septiembre de 1964, con el propósito de que todo auto-
móvil o camión, que se arme, tenga por lo menos el 60% de integra-*

*ción en el costo directo. El primer paso de integración nacional --
fué dado por la industria automotriz, como hemos visto; con el ob-
jeto de aprovechar al máximo las instalaciones existentes en el --
País en el campo de las industrias mecánica, eléctrica, de fundi-
ción y de otras auxiliares y así mismo estimular el establecimien-
to de nuevas industrias conexas.*

*Según este decreto, a partir del 10. de septiembre de 1964 queda
prohibida la importación de motores, como unidades completas, --
para automóviles y camiones, así como la importación de conjun-
tos mecánicos armados para uso o ensamble de estos mismos ve-
hículos.*

1.2.2.- POLITICAS DE COMERCIO EXTERIOR

PROTECCIONISMO INDUSTRIAL EN MEXICO

*El proteccionismo Industrial surge de la idea de defender de la --
competencia externa a la industria nacional, provocando con esto--
un desarrollo industrial por medio del incremento en el consumo --
de los productos fabricados en el país.*

*Durante los siglos XVI, XVII, XVIII, en la mayoría de los países--
se podían vender productos competitivos y de mayor calidad a pre-
cios elevados con los que obtenían grandes beneficios, practicando*

así un sistema libre de comercio.

Fué en el continente europeo donde un gran espíritu de nacionalismo tomó fuerza; por lo que se considera que fué el embrión de una gran campaña a favor del proteccionismo. Algunos autores señalan que "El proteccionismo, es una herencia de la guerra y una manifestación de rivalidad nacional". Sin embargo el factor más importante fué el desequilibrio económico que registraron los países europeos en sus balanzas comerciales.

De ahí que surgió la necesidad de poner en práctica el principio general de que los países debían protegerse de la competencia externa mediante el establecimiento de barreras arancelarias.

En la actualidad los países industrializados a pesar de que han alcanzado un alto nivel de productividad y han logrado obtener ventajas de su proteccionismo, siguen implantando barreras para proteger más sus mercados.

Los objetivos de la creación de los aranceles de importación tienen como fin el aumentar los ingresos públicos, por un lado, y por el otro el de dar una protección a los productos nacionales mediante la modificación de los precios, entre productos que se fabrican en el país y los que se importan, además de fomentar la integración nacional.

No obstante un proteccionismo desmedido puede traer graves consecuencias al desarrollo industrial del país, ya que se limita la absorción de tecnología y el incentivo para mejorar la calidad, así como, el de producir con costos bajos. Al existir un proteccionismo desmedido, el productor nacional no se preocupa por aumentar su grado de eficiencia en la medida que puede vender sus productos a precios elevados debido a que, no tiene productos competitivos que lo obliguen a vender con mayor calidad y menor precio.

Así pues, el gobierno ha dispuesto que el producto que se proteja - se venda en el país con un diferencial de 25% más caro, como máximo, con respecto a los precios que existan en el mercado internacional para el mismo producto, o en el país que proporcione la tecnología. Así mismo, los productores se tienen que someter a las normas de calidad internacionales. Además se concede una vigencia de cierre de frontera de un año, prorrogable a los productos - que se consideren como básicos en la industria nacional.

Por otra parte, México como integrante de la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (A. L. A. L. C.), ha establecido concesiones con los países miembros que dan un trato preferencial en el comercio internacional; como son la disminución de los impuestos en la importación y exportación, la exención del impuesto adva-

lorem o porcentaje extra sobre el precio de la maquinaria.

En términos generales la maquinaria empleada en movimiento de tierras, no fabricada en México y considerada necesaria para el desarrollo del país tiene asignada una cuota que varía dependiendo del tipo, peso, potencia y capacidad de cada máquina. Cuando se requiera de un permiso de importación se deberá hacer en forma bien fundamentada a la Secretaría de Industria y Comercio, que por medio del usesoramiento del Comité 37 (antes 3), tomará la decisión final, después de haber analizado todos los factores que pudieran afectarla.

1.2.3- POLITICA DE DESCENTRALIZACION

Hemos querido tratar esta política por separado, pues se trata de un decreto de muy reciente e importante creación para el fomento de la industria mexicana.

Esta política está encaminada a lograr una mejor distribución del ingreso y el mejor aprovechamiento de los recursos nacionales, tanto humanos como materiales. Se pretende, pues, lograr un desarrollo regional más equilibrado y promover la descentralización de la industria, no mediante castigos a los que se queden en las regiones ahora congestionadas, sino mediante estímulos para que salgan a la provincia mexicana.

En el Decreto Presidencial del día 19 de julio de 1972, se divide -- al País en 3 grandes zonas: una denominada "Zona número uno", -- que está integrada por las grandes regiones de concentración indus -- trial. En esta zona no habrá franquicias para que se establezcan -- empresas.

La "Zona número dos", está integrada por aquellas que pueden con -- siderarse como municipios satélites de la "Zona número uno".

La "Zona número tres", está integrada por el resto del País.

El primer estímulo que se concede en este Decreto y que evidente -- mente tiene una indiscutible importancia, es el de que las ventas -- de los inmuebles que forman parte del activo fijo de las industrias -- establecidas en la zona congestionada, cuando generen ganancias, -- no serán gravadas éstas en el supuesto de que ellas se vayan a in -- vertir en las zonas no congestionadas. Esto es un estímulo muy -- grande e importante para descentralizar la industria.

Con esto podrán cubrir los gastos de indemnizaciones a trabajado -- res, que origine el traslado, y probablemente operen de manera -- muy eficaz en los cursos de ampliación, porque la ampliación, ya -- en estos terrenos congestionados, no va a resultar costeable y lo -- costeable es vender y aprovechar estas ganancias en el traslado de las empresas.

Por lo demás, a las empresas nuevas en el País, se les otorgan franquicias; pero solamente si se establecen en las zonas 2 y 3. Algunas de estas franquicias son las exenciones en los Impuestos de Importación, del 50 al 60% en la zona 2 y del 60 al 100% en la zona 3; en el Impuesto del Timbre, que es el que se causa para la adquisición de terrenos o su arrendamiento y va del 50 al 100% en la zona 2 y del 60 al 100% en la zona 3; en el Impuesto Sobre la Renta, del 10 al 25% en la zona 2 y del 15 al 40% en la zona 3; -- así como también pueden gozar de exenciones en el Impuesto sobre Ingresos Mercantiles.

Además toda empresa, aunque no sea una actividad nueva en el municipio, por el hecho de aprovechar las materias primas del municipio, goza de las mismas exenciones salvo la de Ingresos Mercantiles.

Con el objeto de fomentar, también, la eficiencia de la industria nacional, se concederán estímulos a aquellas empresas que logren reducir su precio final por lo menos en un 5% para el consumidor último; entonces se otorgan beneficios en la maquinaria que importan.

Este decreto no solamente da ayuda fiscal, sino que establece que a través de la coordinación de la Secretaría de Industria y Comer-

cio con algunas otras dependencias del Ejecutivo, se dará asesoria y ayuda a las empresas para determinar su mejor ubicación, para estudiar un mercado, para estudiar el suministro de materias primas, para aconsejarle sobre la mejor maquinaria que puedan usar, sobre los procesos de fabricación, sobre técnicas, sobre el uso de patentes; e inclusive ayudarlos para la obtención de créditos, además, a las empresas que tengan hasta un millón de pesos de capital, se les ofrece también asesoria sobre su organización --
Jurídica.

Por último, este Decreto establece que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a través del Banco de México, señalará las normas conforme a las cuales les otorgará créditos, conforme a tarifas diferenciales, más favorables para las zonas 2 y 3, con objeto de estimular su desarrollo.

Este Decreto es el primero de las políticas de impulso a la industria en dar ayuda crediticia.

Probablemente este Decreto haga que sea derogada la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias, pues al no distinguir por localización industrial, ha dado como resultado que las industrias se establezcan en las zonas ya congestionadas. Naturalmente que esto no es un motivo para que se quite a dicha Ley su valor como instru

mento de impulso a la Industria Nacional.

1.2.4. - POLITICAS DE DESARROLLO CON FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL

Existen en la actualidad instituciones financieras internacionales, de carácter público, cuyo objetivo es promover el desarrollo de los países miembros de sus sistemas.

Entre las principales instituciones de este tipo encontramos: Al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) o Banco Mundial y al Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los objetivos principales de este tipo de instituciones son:

- a) Promover la inversión de capitales públicos y privados para fines de desarrollo.*
- b) Utilizar su propio capital, los fondos que obtengan en los mercados financieros y los demás recursos de que dispongan para el financiamiento del desarrollo de los países miembros, dando prioridad a los préstamos y operaciones de garantía que contribuyan más eficazmente al crecimiento económico de los países.*
- c) Estimular las inversiones privadas en proyectos, empresas y actividades que contribuyan al desarrollo económico y comple-*

mentar las inversiones privadas cuando no hubiere capitales particulares disponibles.

- d) Cooperar con los países miembros a orientar su política de desarrollo hacia una mejor utilización de sus recursos, en forma compatible con los objetivos de una mayor complementación de sus economías y de la promoción del crecimiento ordenado de su comercio exterior.*
- e) Proveer asistencia técnica para la preparación, financiamiento y ejecución de planes y proyectos de desarrollo, incluyendo el estudio de prioridades y la formulación de propuestas sobre proyectos específicos.*

En el desempeño de sus funciones estas instituciones cooperan, en la medida de sus posibilidades, con los sectores privados que proveen capital de inversión y con instituciones nacionales e internacionales. Los servicios que estas instituciones brindan, pueden ser aprovechados en proyectos nacionales de fabricación de equipo para la construcción así como en proyectos de obra específicos.

nicación por carretera, aún entre las principales ciudades, se haba constituido en un freno al desarrollo integral del País. La necesidad y la urgencia de construir carreteras tropezó, desde el principio, con varios obstáculos que se antojaban infranqueables, entre los que descollaban los escasos recursos económicos y la falta de experiencia de los técnicos sobre la materia.

El desarrollo de los vehículos automotores y el incremento de su capacidad de carga, la mecánica de suelos, el dominio del asfalto a través de su conocimiento físico y químico y la invención de nuevas máquinas para construir caminos impusieron la necesidad inaplazable por más tiempo, de fijar normas para la ejecución de aspectos tan importantes como la compactación de terrcerías, de bases y de carpetas asfálticas, y estipular las características de materiales, así como la utilización de maquinaria. Fué en esa época cuando comenzaron a importarse los primeros equipos mecánicos, como son: tractores, compactadores, niveladoras y palas mecánicas con cierta regularidad, más tarde, diversas causas originaron una gran corriente de importaciones de máquinas más variadas y complejas.

Desde entonces la industria de la construcción ha mantenido un alto ritmo de crecimiento, tanto que a lo largo de la década de

2. - SITUACION ACTUAL E INVENTARIO NACIONAL

2. - SITUACION ACTUAL E INVENTARIO NACIONAL

El objeto de este capítulo, es el de detectar la situación existente en México, en lo que a maquinaria de movimiento de tierras se refiere, así como el dar a conocer la existencia de esta maquinaria y el monto tan grande de dinero que éstas representan, para así tratar de crear un interés más grande que el que ahora se tiene por dicha maquinaria, fomentando un mejor uso y una mejor administración.

2.1. - SITUACION ACTUAL

Para poder darnos cuenta de la situación nos propusimos hacer entre vistas directas con las personas cuya actividad dentro de la industria de la construcción está íntimamente ligada con el manejo de esta maquinaria, para este fin formulamos un cuestionario, (Fig. 2.1.) que nos permitiera, no únicamente obtener respuestas aisladas, sino también tener acceso a un diálogo que ayudara a conocer en forma más profunda dicha situación.

Con este objeto se consultó con la Secretaria del Patrimonio Nacional, el monto de obra ejecutado por empresas privadas en obras públicas, seleccionándose aquellas que realizaron un monto mayor de obra y cuya especialidad estuviera acorde con el objetivo de nuestro

trabajo.

Así mismo, se analizó la clasificación establecida por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, que divide a las empresas en seis grandes grupos clasificados por el rango de su capital social, como se muestra en la tabla 2.1

TABLA 2.1 *

Grupo	Rango en millones	Número de Empresas por grupos	% del total	% del capital global
I	20-200	23	0.6	21.8
II	8-20	47	1.4	14.0
III	2-8	258	7.5	23.6
IV	1-2	393	11.4	26.5
V	0.5-1	515	14.9	7.8
VI	0.0-0.5	<u>2214</u>	<u>64.2</u>	<u>6.3</u>
		3450	100.0	100.0

*Revista Mexicana de la Construcción, agosto de 1970

Se seleccionaron cinco empresas de cada uno de los tres primeros grupos, por considerar que el mayor porcentaje de maquinaria para movimiento de tierras, se encuentra en éstos.

ENCUESTA A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.- Fig. 2.1.-

- 1.- ¿Cuál es la especialidad de su empresa dentro de la Industria de la construcción? -----
- 2.- ¿Capital social declarado? -----
- 3.- ¿Qué porcentaje de su capital representa su activo fijo? -----
- 4.- ¿Qué porcentaje de su activo fijo representa su maquinaria de movimiento de tierras? -----
- 5.- Con el equipo que tiene su empresa, ¿Cuál es su capacidad de obra anual en pesos? -----
- 6.- Con este mismo equipo, ¿Cuál es el monto promedio de obra ejecutada al año por su empresa? -----
- 7.- ¿Qué porcentaje del monto anterior corresponde a obra ejecutada en:
 - a) Sector Público -----%
 - b) Sector Privado -----%
- 8.- ¿Tiene usted dificultad para conseguir buenos operadores de maquinaria? -----
Si -----
No -----
- 9.- Sus operarios usan adecuadamente su maquinaria y no tiene -

ningún problema al respecto?

Si -----

No -----

10.- *¿Cuántos meses al año tiene activa su maquinaria? -----
meses*

11.- *¿Cuándo su empresa no mantiene ocupada su maquinaria y
equipo que hace con ella? (En orden de importancia)*

La renta a otras compañías? -----

La mantienen inactiva? -----

La repara y dá mantenimiento? -----

12.- *Considera, en general, que la falta de maquinaria propia es
una causa para la no obtención de contratos? -----*

13.- *¿Qué tipos de mantenimiento conoce y cual es el que dá a su
maquinaria? -----*

14.- *Para la administración de su maquinaria se basan en las nor
mas de selección y uso de maquinaria, estimaciones horarias
y estimaciones de costos? -----*

15.- *¿Cuál considera que es la vida útil promedio de la maquinaria
para movimientos de tierras? -----años.*

16.- ¿Qué porcentaje de su maquinaria es anterior a este número de años? -----%

Una vez seleccionadas las empresas se procedió a la realización de las entrevistas, encontrándonos con una abierta cooperación por parte de los constructores, para brindar datos sobre sus empresas. Cabe indicar aquí, que en lo que a dependencias del sector público se refiere y cuya función está íntimamente ligada con el manejo de maquinaria para movimiento de tierras, se manejaron sin el uso de nuestro cuestionario, es decir a base de entrevistas verbales.

Después de analizar los resultados de nuestras entrevistas, pudimos percatarnos que habíamos profundizado lo suficiente en la situación que prevalece en el medio, para así, poder considerar los resultados obtenidos como representativos, para efecto de nuestro estudio.

INFORMACION

A lo largo del desarrollo de nuestro trabajo pudimos crearnos una idea bastante clara en lo que a este tema se refiere, y podemos concluir, que existe en México suficiente información, con respecto a las máquinas de nuestro interés, solo que esta información se encuentra mal canalizada, debido a su falta de organización. No obstante pudimos observar que este problema tiende a resolverse debido al desarrollo de sistemas de información, que con ayuda de la computadora,

permitan tener al alcance de quien lo requiera, en forma ordenada y confiable todas las características y necesidades actuales y futuras del equipo con que cuenta una empresa o dependencia.

ANALISIS DE LA ENCUESTA

Las 6 primeras preguntas de nuestra encuesta van encaminadas a darnos una idea de la magnitud de la empresa encuestada y de la situación de ésta en cuanto a manejo de maquinaria de movimiento de tierras.

Del análisis de la séptima pregunta podemos darnos cuenta que la industria de la construcción en México está soportada por el sector público. Hecho por el cual es lógico que el mayor porcentaje de movimiento de tierras lo promueva dicho sector.

Pasando a las preguntas octava y novena, podemos asentar que en México se cuenta con poca mano de obra especializada, ya que la existente, en su gran mayoría, se ha improvisado en el campo mediante la experiencia, y esto da como resultado un mal uso de las máquinas y por lo tanto es uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento del equipo.

Como antecedente, debemos mencionar que existe en México el Centro de Adiestramiento de Operadores (CAO), organismo fundado en

1955 y cuya finalidad es la preparación de mano de obra especializada, esto es, no solo la formación de operarios de maquinaria pesada, sino también la preparación de mecánicos especializados tanto en las ramas automotriz y diesel como en maquinaria pesada.

En su inicio el CAO, contaba con un subsidio de los Estados Unidos de Norte América, la Secretaría de Gobernación y la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, pero en la actualidad es lamentable comprobar que las funciones originales, como la de adiestrar operarios y mecánicos de maquinaria pesada, casi se han perdido, y esto es, debido a la falta de alicientes que se ofrece a los estudiantes y egresados de esta rama.

El desarrollo de un plan de adiestramiento por parte de las empresas y dependencias conjuntamente con el CAO, así como una mejor remuneración a los estudiantes y egresados daría como resultado el contar con la calidad y cantidad de mano de obra requerida, lo cual aumentaría el rendimiento del equipo repercutiendo en un abatimiento de costos.

Refiriéndonos a la décima pregunta, podemos sacar en conclusión que el promedio de actividad de la maquinaria para movimiento de tierras dentro de la industria de la construcción, es de 8.5 meses al año, y ayudados de la pregunta número once sabemos que los -

3.5 meses restantes se mantienen inactivas por reparación o por no poderse utilizar durante la época de lluvias.

Al referirnos a la pregunta número doce y ayudados también con la décima primera, nos pudimos percatar del gran auge que la renta de maquinaria está teniendo en México, por lo que en la actualidad no se considera que la falta de maquinaria propia, sea una causa para la no obtención de contratos, pues existe la posibilidad de rentar maquinaria, ya que entre las mismas empresas de la construcción se rentan maquinaria e inclusive hay empresas cuyo negocio es el arrendamiento de las mismas.

Referente a la pregunta número trece podemos deducir que los tipos de mantenimiento existentes son:

- a) Mantenimiento preventivo*
- b) Mantenimiento correctivo*

Como sabemos el más adecuado es el de tipo preventivo, pero desgraciadamente, contra todo lo que se pudiera suponer el más usual en México es el mantenimiento correctivo.

Al referirnos a la administración del equipo (pregunta decimocuarta) que encierra los conceptos de Selección y Uso de Equipo, Estimaciones Horarias y Estimaciones de Costos, se percibe la necesidad de tratar estos temas en capítulos por separado, tratando de

adaptar las normas existentes a la situación y exigencias de nuestro País, auxiliados por las observaciones que tuvimos por parte de los encuestados.

Las dos últimas preguntas van encaminadas al análisis del inventario de maquinaria, por lo que se trataran al referimos a la maquinaria anterior al año de 1965.

2.2. - INVENTARIO NACIONAL

El monto total del inventario lo obtendremos con la suma total de las importaciones, de la producción nacional y de la estimación hecha de la maquinaria en operación anterior al año de 1965.

2.2.1. - IMPORTACIONES (1965-1971)

Dado que por el resultado de la encuesta realizada se pudo observar que la vida media práctica de la maquinaria es de 7 años, las investigaciones se desarrollaron con base a este período de tiempo, abarcando del año de 1965 al de 1971. Otro de los motivos por los que se escogió este período, fué que antes del año de 1965 debido al cambio de las fracciones arancelarias se complica más el sistema empleado en la recopilación de la información.

Recopilación de la Información.- Para poder darnos cuenta de la

confiabilidad de los datos obtenidos, la recopilación se hizo en forma cruzada.

Para esto, se procedió a la obtención de los datos de importaciones de maquinaria registrados en la Secretaría de Industria y Comercio. Con dichos datos obtuvimos el porcentaje que correspondía a cada uno de los países exportadores de maquinaria hacia México. Dichos resultados se compararon con los datos obtenidos en las embajadas, de cada uno de estos países, dando como resultado un error de - - - 7.27%, ocasionado probablemente por los diferentes criterios seguidos para la clasificación de la maquinaria. Así mismo podremos tener error debido a la existencia de maquinaria introducida al país -- por métodos ilegales.

Monto total de Importaciones. Para la obtención del monto total de importaciones se consideraron dentro de las fracciones arancelarias* correspondientes, varias subpartidas, entre ellas las que corresponden a:

- 1.- Máquinas o aparatos para extracción, arranque y perforación de suelos. La cual comprende: barrenas y barrenadoras de todos los tipos, perforadoras autopropulsadas y no autopropulsadas, montadas sobre orugas o sobre ruedas.
- 2.- Máquinas o aparatos para excavación, explanación, nivelación

* Fracciones obtenidas en la Tarifa General al Impuesto sobre la Importación. Las discrepancias que podemos encontrar en esta clasificación, son de carácter técnico.

o aparatos análogos. Que comprende: aplanadoras, conformadoras, traillas o escrepas, explanadoras o empujadoras, palas mecánicas, excavadoras, retroexcavadoras, compactadoras y rodillos apisonantes.

3.- Máquinas, aparatos o artefactos para obras públicas, construcciones o análogas. Dentro de la cual encontramos: espaciadores de asfalto y concreto, consolidadores de asfalto y concreto, consolidadoras de pavimento y revolvedoras de concreto.

4.- Tractores.- Que comprenden: todos los tractores montados sobre orugas y sobre ruedas, con potencia al volante mayor de 80 H. P.

5.- Martillos o martinetes pilones. Entre los cuales encontramos a los vibrohincadores.

6.- Bombas, motobombas y turbobombas. Que comprende a todas las bombas sumergibles.

7.- Compresores y motocompresores de aire.

8.- Máquinas o aparatos para mezclar. Dentro de los cuales encontramos: mezcladoras para pavimentos.

9.- Máquinas o aparatos para clasificar y cribar. Dentro de las cuales encontramos las cribadoras de parrilla.

10.- Máquinas o aparatos para triturar, quebrantar y pulverizar.

Entre la cuales encontramos: martillos de bolas, muelas o mandíbulas, de conos o cilíndricas.

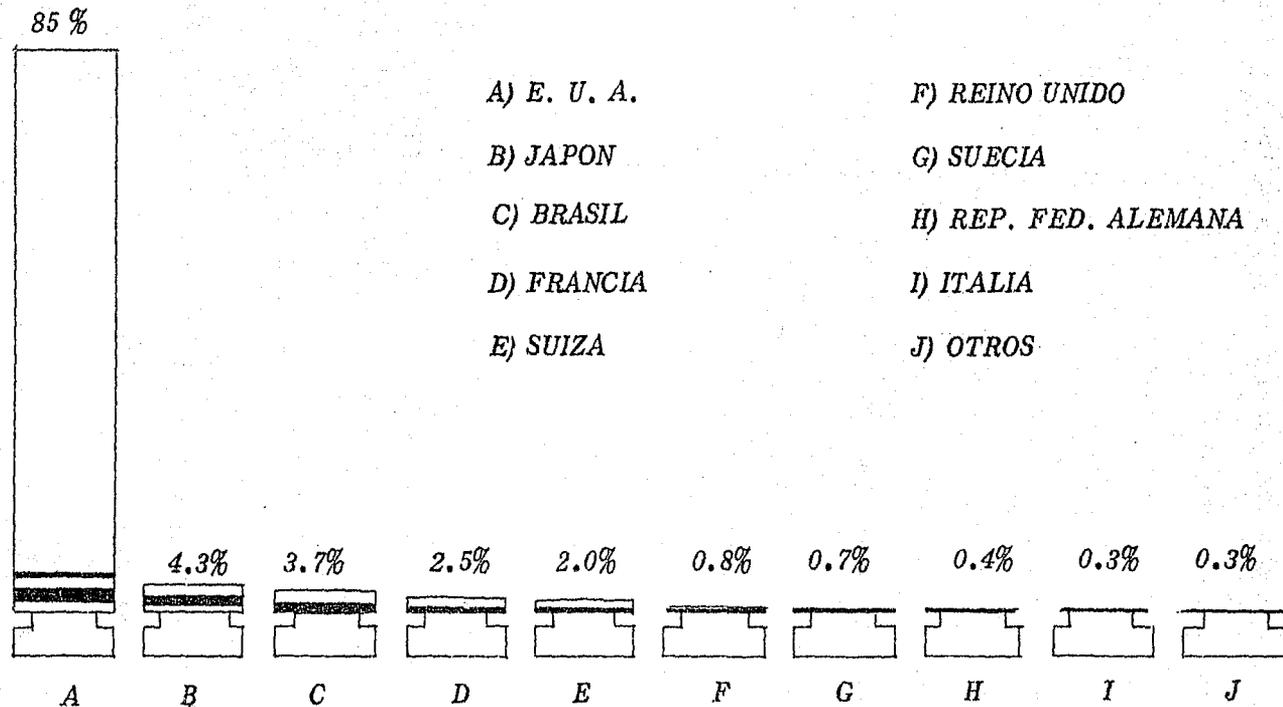
NOTA: Dentro de éstas subpartidas se eliminaron algunos tipos de máquinas que no se emplean en la industria de la construcción.

Con las cifras de cada una de las subpartidas (consideradas en los últimos 7 años) se obtuvo un total de importaciones de: - - - - -
\$3581'520,000.00 (pesos 1960). Los porcentajes correspondientes a cada uno de los países exportadores para México son:

E. U. A.	85.0 %
Japón	4.3 %
Brasil	3.7 %
Francia	2.5 %
Suiza	2.0 %
Reino Unido	0.8 %
Suecia	0.7 %
República Federal Alemana	0.4 %
Italia	0.3 %
Otros	<u>0.3 %</u>
T O T A L :	100.00%

La cantidad antes mencionada que representa el monto total de las importaciones, corresponde por años a:

IMPORTACIONES TOTALES EN %



AÑO	IMPORTACIONES	IMPORTACIONES PESOS 1960 *
1965	\$ 276'733,850.00	\$ 245'620,000.00
1966	429'795,185.00	366'350,000.00
1967	1248'310,586.00	1052'300,000.00
1968	566'721,938.00	469'550,000.00
1969	699'116,781.00	580'100,000.00
1970	611'535,430.00	482'380,000.00
1971	509'714,431.00	385'220,000.00
Monto Total:	\$ 4331'928,201.00	\$ 3581'520,000.00

* Para trabajar con un mismo valor del dinero, se empleó el índice de su variación en el tiempo. (Fuente: Banco de México, S.A.)

Esta cifra se distribuye de la siguiente manera:

Tractores:	34.6 %
Máquinas o aparatos para excavación y aparatos análogos	21.3 %
Máquinas o aparatos para extracción arranque y perforación del suelo	12.0 %
Máquinas o aparatos para triturar, quebrantar o pulverizar	10.45%
Bombas, motobombas, turbobombas	8.1 %

<i>Compresoras y Motocompresoras de aire</i>	7.0 %
<i>Máquinas o aparatos para mezclar</i>	2.1 %
<i>Máquinas o aparatos para clasificar o cribar</i>	2.0 %
<i>Máquinas, aparatos o artefactos para obras públicas, construcciones o análogos</i>	1.48 %
<i>Martillos o martinetes pilones</i>	0.53 %

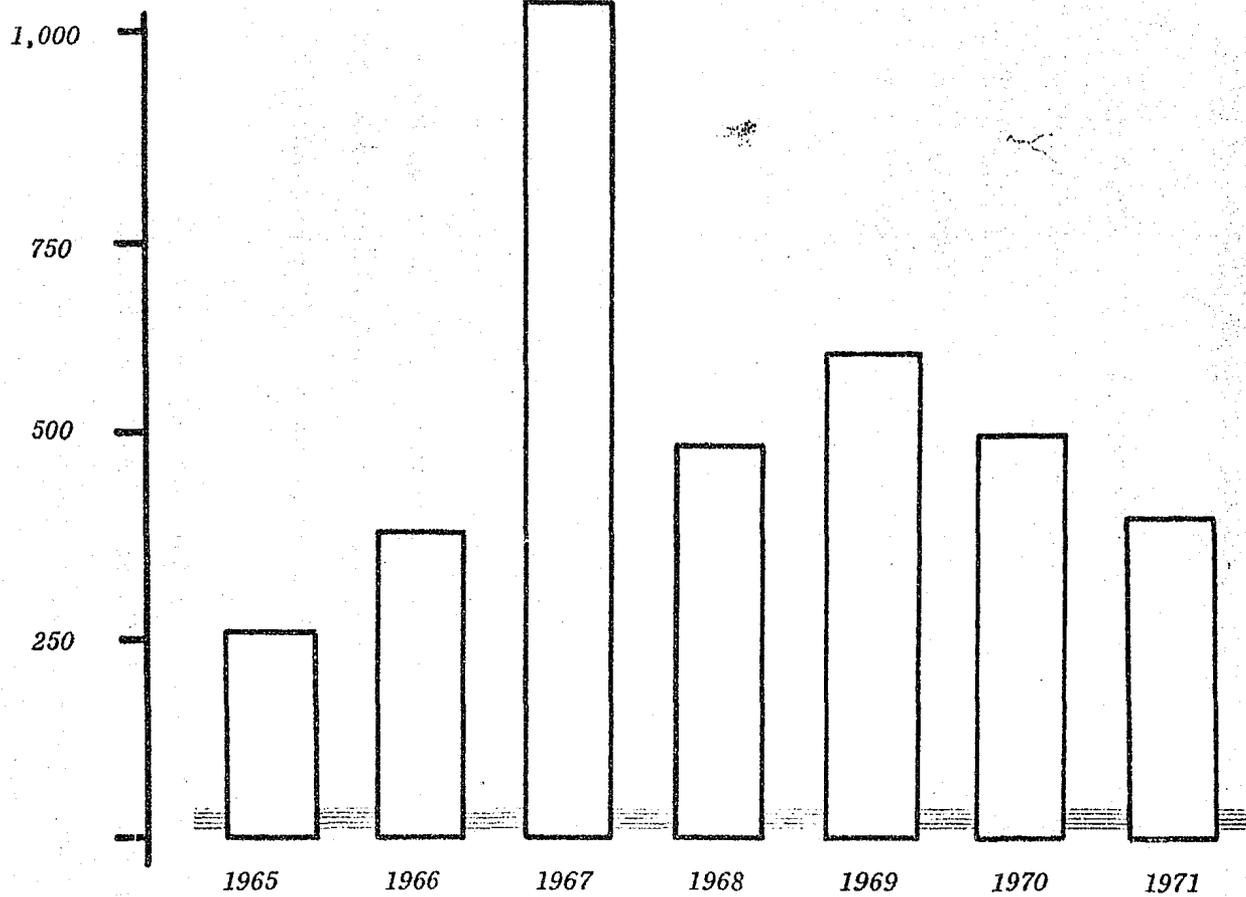
1.- *El estudio de todas las partidas anteriores sería bastante complicado por el sinnúmero de variables que involucra.*

2.- *Como podemos observar, la suma de las subpartidas correspondientes a tractores y máquinas o aparatos para excavaciones, explanación, nivelación y aparatos análogos representan ambas un 55.9% del monto total en pesos, de maquinaria para construcción; lo cual significa \$1991'162,000.00*

3.- *Es por ésta razón que nos avocamos al estudio de las máquinas contenidas en dichas subpartidas.*

Esta es pues, la situación de nuestro País en lo que respecta a importaciones de maquinaria de construcción.

PESOS 1960
Millones



IMPORTACIONES TOTALES

MONTO ANUAL DE LAS MAQUINAS CONSIDERADAS EN EL ESTU
DIO.

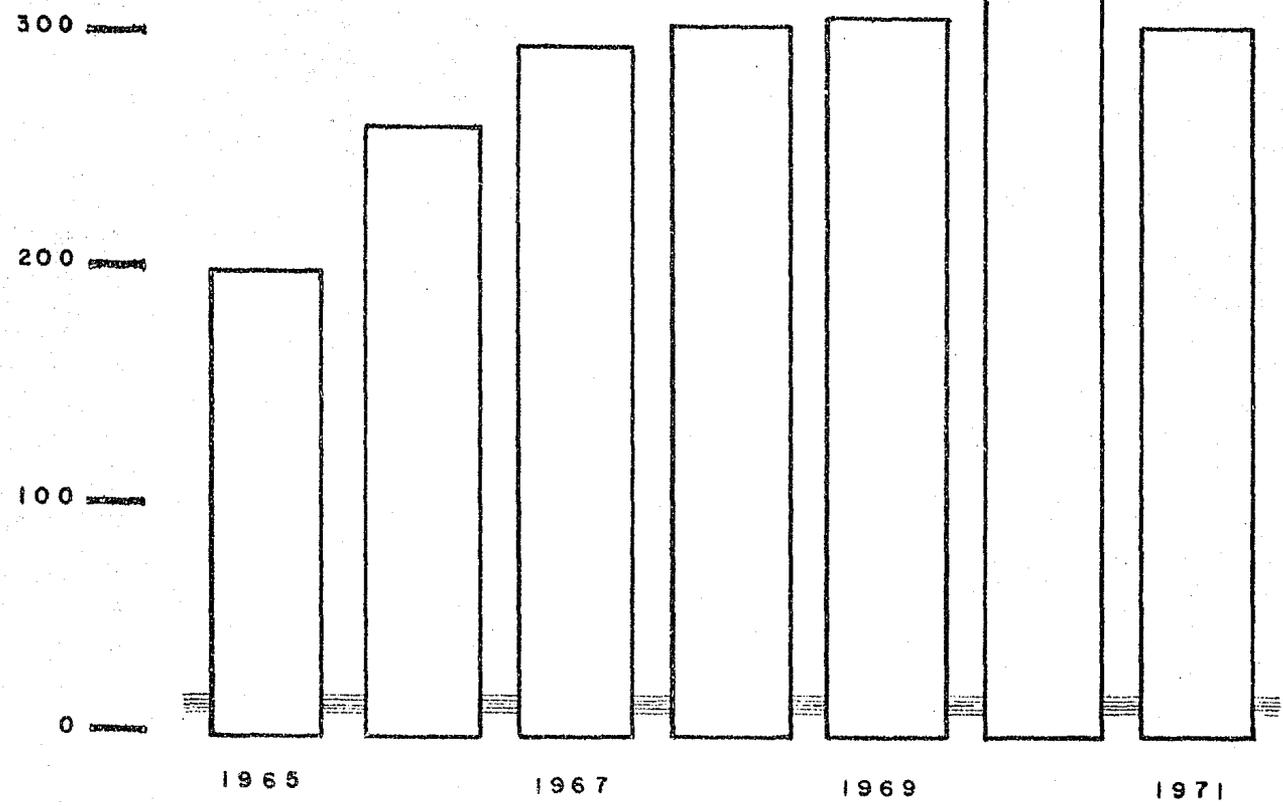
AÑO	CANTIDAD	PESOS 1960
1965	\$ 225'617,000.00	\$ 198'513,000.00
1966	301'736,000.00	258'332,000.00
1967	349'339,000.00	293'735,000.00
1968	357'902,000.00	302'318,000.00
1969	367'958,000.00	305'154,000.00
1970	421'796,000.00	332'592,000.00
1971	395'801,000.00	300'518,000.00

2.2.2. - FABRICACION NACIONAL (1965-1971)

Gracias a la participación gubernamental de fomento a la industria de la construcción, debido al gran porcentaje del gasto público encauzado a ésta, podemos observar un incremento de producción en las empresas fabricantes de equipos empleados de la industria antes mencionada, y concretamente a la maquinaria de movimiento de tierras.

Recopilación de la Información. - En este caso para obtener los datos necesarios se investigó en la Asociación Mexicana de Distribuidores de Maquinaria, cuales eran los fabricantes de maquinaria pe-

MILLONES
(1960)



MONTO ANUAL DE LAS MAQUINAS CONSIDERADAS

sada para la industria de la construcción, los cuales son:

A. C. Mexicana, S. A.

Chicago Pneumatic Tool de México, S. A.

Equipos Mecánicos, S. A.

Industria del Hierro, S. A.

División Compacto, S. A.

División Link Belt Sppeder, S. A.

Maquinaria Hidráulica Mexicana, S. A.

Pettibone de México, S. A. de C. V.

Poclain Mexicana, S. A.

Productos Industriales Mecánicos, S. A.

De éstos fabricantes, se consideraron para nuestro estudio, únicamente los productores de maquinaria para movimiento de tierras, dando como resultado la siguiente tabla:

AÑO	FABRICACION	PESOS 1960	% DE VARIACION ANUAL
1965	\$ 66'217,000.00	\$ 58'350,000.00	-17.3 %
1966	58'276,000.00	49'820,000.00	65 %
1967	97'594,000.00	82'200,000.00	16 %
1968	113'530,000.00	95'780,000.00	24.3 %
1969	142'543,000.00	118'800,000.00	

1970	\$ 96'373,000.00	\$ 76'020,000.00	-55 %
1971	153'875,000.00	116'200,000.00	53 %
<hr/>			
Total:	\$ 728'808,000.00		
	PROMEDIO ANUAL \$ 85'310,000.00		14.3 %

Como se puede observar en el año de 1970 hubo una baja en la actividad nacional, que se reflejó en la industria de la construcción y directamente en el sector correspondiente a fabricación de maquinaria para dicha industria.

Esta baja fué del 55% para estos fabricantes.

Los datos anteriores incluyen la fabricación de:

Cargadores frontales

Compactadoras de rodillo metálico, de neumático, vibratorias, autopropulsadas.

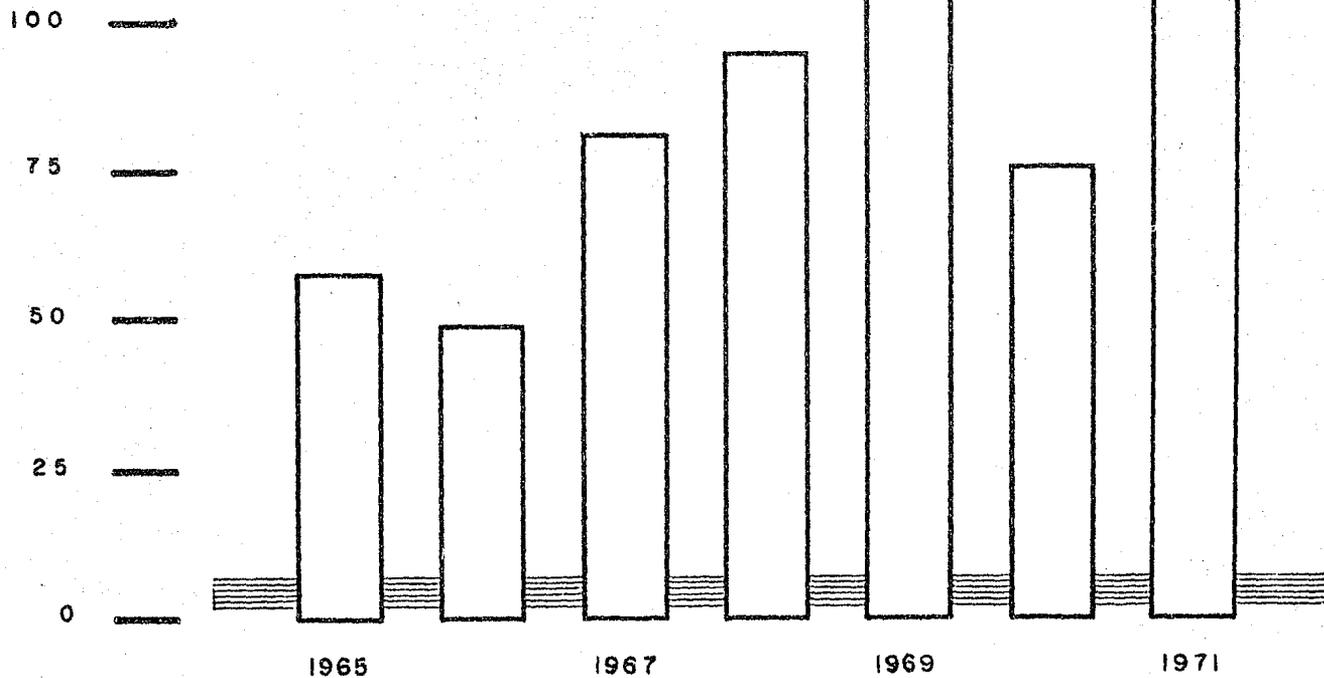
Dragas sobre orugas y sobre neumáticos

Excavadoras y retroexcavadoras hidráulicas y mecánicas

Motoconformadoras.

Esta es pues la situación de la Fabricación Nacional en lo que respecta a maquinaria para movimiento de tierras.

MILLONES DE PESOS
(1960)



FABRICACION NACIONAL

2.2.3. - ESTIMACION DE MAQUINARIA ANTERIOR A 1965

Al analizar las dos últimas preguntas de muestra encuesta, encontramos como ya mencionamos anteriormente, que la vida útil promedio de las máquinas es de 7 años, así mismo se pudo observar que según la opinión de las personas encuestadas un 35% de la maquinaria existente en el País, es anterior al año de 1965, por lo que tratamos de obtener aquí un porcentaje confiable de la maquinaria anterior a - - 1965 aún en actividad, con respecto a la maquinaria posterior a ese año.

Se tomó entonces, una muestra de 2819 máquinas tanto de empresas particulares como del sector público, lo que nos arrojó un resultado de 1290 máquinas anteriores al año de 1965 lo que representa un 46% de la muestra tomada, siendo las más antiguas del año de 1936. Los resultados parciales los ofrecemos a continuación:

	Encuestadas	1936- 1964	1965- 1971	% anterior a 1965
Motoconformadoras	593	289	304	48.5
Cargadores frontales	356	152	204	43.0
Escrepas y Motoescrepas				
pas	117	48	69	41.0
Tractores	823	339	848	41.0

<i>Compactadores</i>	527	299	228	55.8
<i>Dragas y palas mecánicas e hidráulicas</i>	403	163	240	40.5
	<hr/>			
	2819	1290	1529	46.0 %

2.2.4. - INVENTARIO TOTAL

Relacionando los datos correspondientes a las importaciones y a la fabricación nacional, obtendremos el inventario total nacional de maquinaria para movimiento de tierras en los años considerados.

(1965-1971)

El error que este inventario pueda tener será debido a que existe maquinaria introducida al País a través de métodos fiscalmente ilegales. Por otro lado algunas de las máquinas destinadas para los movimientos de tierra se utilizan en diferentes sectores de la Economía Nacional, y no en el de la Industria de la Construcción, para la cual fueron creadas; como es el caso de los tractores utilizados en la industria maderera, y los empleados en el sector agrícola y minero principalmente.

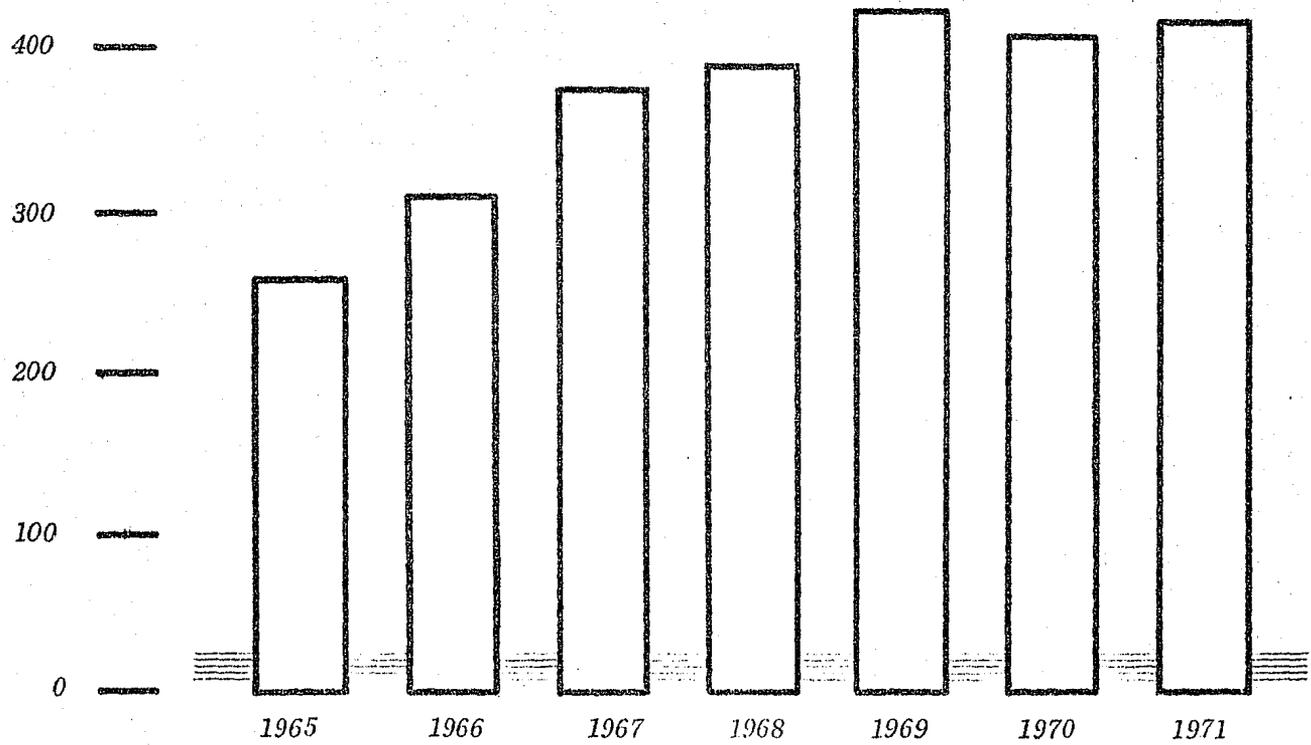
Sumando las dos cantidades antes mencionadas obtendremos:

AÑO	CANTIDAD	PESOS 1960	% DE VARIACION ANUAL
1965	\$ 291'834,000.00	\$ 256'863,000.00	20.0 %
1966	360'012,000.00	308'152,000.00	21.8 %
1967	446'933,000.00	375'935,000.00	6.0 %
1968	471'432,000.00	398'098,000.00	6.9 %
1969	510'501,000.00	423'954,000.00	-6.5 %
1970	518'169,000.00	408'612,000.00	4.25 %
1971	549'676,000.00	416'718,000.00	
<hr/>			
Total:	\$ 3148'557,000.00	\$ 2588'332,000.00	
	PROMEDIO ANUAL 369'762,000.00		8.74 %

El incremento promedio anual de 8.74%, comparado con el incremento de la industria de la construcción (8.8%) nos dá como resultado un 0.0696 de déficit en el sector de maquinaria de movimiento de tierras por lo que pensamos que la fabricación nacional y las importaciones crecen paralelamente a la industria de la construcción. A continuación presentamos un inventario aproximado del número de máquinas para movimientos de tierras, que se han importado o fabricado, durante el período de 1965 á 1971.-

PESOS 1960

Millones



INVENTARIO TOTAL

a) TRACTORES SOBRE ORUGAS

Potencia (H. P.)

60-90
90-130
130-200
más de 300
usados total (1) 1998
usados de 1969-1971
Total:

No. de Unidades Importadas

1052
491
409
520
818
3290

No. de Unidades de Fabricación Nacional

b) TRACTORES SOBRE RUEDAS

Potencia (H. P.)

80-90
90-100
más de 100
Total:

554
4520
1446
6520

c) TRAILLAS O ESCREPAS

Capacidad (yardas cúbicas)

18 ó menos
más de 18
Total:

498
46
544

d) COMPACTADORAS AUTOPROPULSADAS

298

297

e) COMPACTADORAS NO AUTOPROPULSADAS,
VIBRATORIAS Y DE NEUMATICOS

418

599

f) MOTOCONFORMADORAS

433

458

g) CARGADORES FRONTALES

(2)

349

h) DRAGAS Y PALAS MECANICAS

140

131

i) EXCAVADORAS Y RETROEXCAVADORAS HIDRAULICAS

(3)

96

1.- El número de tractores usados, importados durante el período considerado fué de 1998, en el inventario solo tomaremos en cuenta los tractores usados importados de 1969 á 1971

2.- Dentro de los tractores de importación, están incluidos -- los cargadores frontales fabricados en el extranjero.

3.- En la sección de dragas y palas mecánicas de importación se encuentran incluidas las palas hidráulicas fabricadas en el extranjero.

Sumando a éstas máquinas el porcentaje estimado en el punto 2.2.3.- obtenemos como resultado el siguiente Inventario Total:

<u>INVENTARIO TOTAL:</u>	No. de Unidades
<u>MAQUINA</u>	
a) Tractores sobre orugas	4,639
b) Tractores sobre ruedas	8,193
c) Traillas o Escrepas	767
d) Compactadoras autopropulsadas	927
e) Compactadoras no autopropulsadas, vibratorias y de neumáticos	1,584
f) Motoconformadoras	1,323
g) Cargadores frontales (*)	499
h) Dragas y Palas neumáticas	381

*i) Excavadoras y retroexcavadoras
hidráulicas (*)*

135

** Con las mismas consideraciones hechas en el inciso anterior.*

3.- SELECCION Y USO DE MAQUINARIA

3. - SELECCION Y USO DE MAQUINARIA

Los equipos actuales de construcción han sido diseñados para servir como herramientas en trabajos especializados y adaptables a otros usos. Cada equipo ha sido la resultante de muchas pruebas basadas en estudio de especialistas y en la experiencia de los hombres que los han manejado, por lo que el éxito o el fracaso en la operación de las mismas, depende de la correcta aplicación que les dan en cada caso y al trabajo que deben ejecutar. Sin embargo, toda regla escrita para seleccionar los equipos más adecuados es establecida relacionando y combinando las reglas tipo, de acuerdo con la experiencia según el trabajo especificado.

La finalidad de este capítulo es el relacionar los factores que influyen en la operación de las máquinas, para obtener máximo rendimiento, conociendo sus características y forma de aplicarlas, de tal manera que la utilización general del equipo sea económica para ampliar los programas generales de trabajo.

El ingeniero que emplea este equipo, requiere no solo del conocimiento de las capacidades y rendimientos, sino también de la inquietud de una continua selección de los factores que influyen en el trabajo, para que puedan conducirlo a una mayor eficiencia y en el cuidado continuo sobre los factores mecánicos y humanos que intervie

nen en la ejecución de la obra. Así mismo, el Ingeniero se auxilia de los registros personales de las experiencias obtenidas en las diversas obras y de los historiales de cada máquina, que incluyen -- los aspectos técnicos y económicos de las mismas. Para preveer y proyectar sus programas de trabajo en relación a los factores que intervienen en el mismo.

La utilización de los informes adaptados a la realidad, en cuanto a las horas de operación y a las horas de trabajo, ayudan a mantener la vigilancia necesaria para el cumplimiento de los programas del proyecto a realizarse.

Además, el conocimiento por parte del Ingeniero, de una relación de equilibrio en los diferentes tipos de máquinas que intervienen en una obra, constituye un factor importante en la economía de la misma y en la eficiencia de la maquinaria.

Debido a la gran importancia del factor selección de maquinaria y - las dificultades que este presenta, se tratará por separado.

3.1. - SELECCION DE MAQUINARIA

La selección del equipo de movimiento de tierras, en general, es - un problema que se resuelve dependiendo del tipo de obra que vaya a efectuarse, para lo que se debe analizar: a) Condiciones de trabau

jo.- b) *Características físicas y de operación de cada máquina.*

a).- ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Habiendo analizado las diversas aplicaciones o usos del equipo, el siguiente e importante paso, es conocer las condiciones de la obra en que van a funcionar las máquinas. En la selección del tipo de equipo que deba usarse deberá tenerse en cuenta principalmente estos factores. Los más importantes dentro de las condiciones del trabajo, para ser observados y valorizados son:

- a) *Tipo de materiales*
- b) *Cantidad de cada material*
- c) *Características de la carga, compactación y peso*
- d) *Distancia de acarreo o traslado, (empuje)*
- e) *Inclinación y dirección de las pendientes*
- f) *Condiciones del terreno para la tracción y sustentación*
- g) *Condiciones metereológicas en el área de trabajo que puedan afectar la operación del equipo o reducir el número normal de días de trabajo.*
- h) *Tiempo fijado o plazo para terminar la obra*
- i) *Espacio disponible para maniobras del equipo*
- j) *Importancia del ahorro por la velocidad y la movilidad para -*

transporte de un ciclo a otro en la obra

- k) *Máquinas auxiliares requeridas para el mantenimiento de los caminos de acarreo para ayuda en caso de derrumbe, carga, descarga y compactación de materiales y movimiento dentro y fuera de la obra.*

Posibilidad de empleo apropiado del equipo en otros usos después de haber terminado la obra a fin de fijar correctamente la cuota de depreciación horaria.

b). - CARACTERISTICAS FISICAS Y DE OPERACION DE CADA MAQUINA

Una vez que ha sido seleccionado el tipo de máquina, el siguiente paso es escoger el tamaño de la máquina y la cantidad necesaria para cada trabajo, para poder recurrir a los diferentes distribuidores de equipo de movimiento de tierras para obtener las características físicas y de operación de cada una de las marcas existentes, con lo que se podrá valorar las ventajas y desventajas de las máquinas para realizar un mismo trabajo.

En la selección del equipo se debe tomar en cuenta los siguientes renglones :

- 1.- *Procedencia*

a) Nacional o Extranjera

- 2.- Número de máquinas en el país del tipo seleccionado*
- 3.- Período de entrega por parte del distribuidor*
- 4.- Garantías y servicios en las principales ciudades del país*
- 5.- Cursos de adiestramiento de operadores y mecánicos de mantenimiento.*

3.2.- TRACTORES

Los tractores pueden clasificarse:

- 1.- Por su potencia*
- 2.- Por su forma de rodamiento*
 - a) Sobre orugas*
 - b) Sobre neumáticos*

Es preciso distinguir entre las potencias:

- a) Del motor*
- b) En la polea*
- c) En la barra*

La más característica es la última, puesto que ella indica la potencia real disponible.

EQUIPOS DEL TRACTOR

Los equipos y herramientas como: cuchillas, cargadores frontales, palas laterales, etc., que se adaptan al tractor sobre neumáticos o sobre orugas hacen del mismo, el equipo básico del trabajo.

Los tractores sobre orugas dan un mayor esfuerzo de tracción para las diferentes condiciones del terreno y suelos, en que deben -- trabajar. Comparados con los tractores sobre neumáticos, de -- igual potencia. Por su diseño en longitud y anchura, pueden salvar las irregularidades del terreno. Su característica, es su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo y empuje.

Los tractores sobre neumáticos son fácilmente desplazables por su movilidad, utilizándose principalmente por esta característica, en compensación de su baja eficiencia en cuanto a arrastres o empujes comparados con los tractores de orugas.

CARACTERISTICAS DE EMPLEO Y UTILIZACION

Hay dos tipos de acuerdo a la versatilidad de la cuchilla:

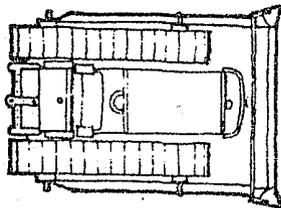
Tractores con cuchilla recta (Bulldozer y Paydozer)

Tractores con cuchilla angulable

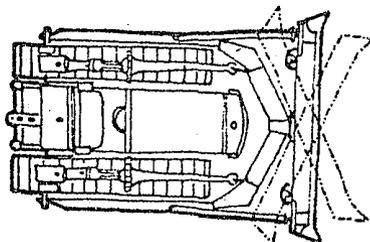
a) Angledozer o Bullgrader

b) Tiltadozer.

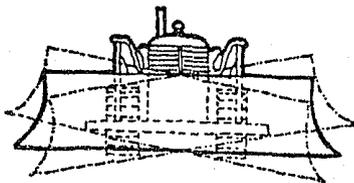
El tractor con cuchilla recta (Bulldozer) queda siempre perpendicular al eje del tractor sin que pueda inclinarse. (Fig. 3.1.)



El tractor con cuchilla angulable (Angledozer) pivotea lateralmente alrededor de un eje vertical. (Fig. 3.2.)



El tractor con cuchilla angulable (Tiltadozer) pivotea alrededor de un eje horizontal (Fig. 3.3.)



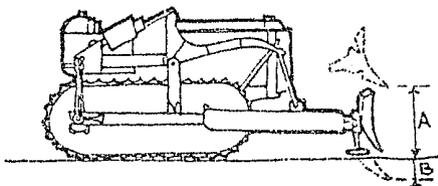
El tractor con cuchilla recta (Bulldozer) tiene una longitud mayor que el ancho.

El tractor con cuchilla angulable (Angledozer) tiene una proyección que depende del ángulo de inclinación que se dá a la cuchilla, de tal manera que cuando se pone en posición recta, su tamaño es mayor que la del Tractor con cuchilla recta (Bulldozer), por lo que el tractor para trabajar con la cuchilla en esta posición requiere desarrollar más potencia.

ACCIONAMIENTO DE LA CUCHILLA

Puede ser mecánico o hidráulico .

El tractor con cuchilla recta (Bulldozer) da al tractor un mejor balanceo, por que la cuchilla está montada más cerca del frente, es mas eficiente en empuje frontal, pues puede llevar cargas llenas a mayor velocidad. El tractor con cuchilla angulable (Angledozer) produce en el tractor un balanceo deficiente en relación al tractor con cuchilla recta (Bulldozer), debido a que la cuchilla está más retirada del frente y usándolo en posición recta es menos eficiente que en el tractor de cuchilla recta (Bulldozer) Fig. 3.4.-



APLICACIONES Y USOS

MAQUINAS

A P L I C A C I O N E S .

Trabajos Preliminares

Despeje

Desmante

TRACTORES CON CUCHILLA RECTA
(BULLDOZERS)

Excelente para iniciar cortes, remover roca suelta, construcción de caminos de acceso.

Dotado con aditamento hidráulico para inclinar la cuchilla y aumentar su productividad.

La mejor máquina cuando el material no requiera moverse más de 200-300 pies (60 á 90 m) en una sola operación.

La máquina más útil. Puede ser usada para derribar árboles grandes y pequeños. Equipada con cuchilla desenraizadora, puede también despejar el terreno de maleza y roca suelta.

TRACTOR CON CUCHILLA
ANGULABLE (BULLGRADERS)

Lo mismo que la máquina anterior con la ventaja de poder afinar o hacer cortes laterales en laeeras.

Lo mismo que la máquina anterior con la ventaja de afinar el material lateralmente con la cuchilla angulable.

Lo mismo que la máquina anterior con la ventaja de concentrar el material de los cortes a uno u otro lado con la extremidad delantera de la cuchilla.

Acarreo del producto de excavaciones a pequeñas distancias.

R e l l e n o s .

Empujar la carga.

TRACTORES CON CUCHILLA RECTA
(BULLDOZERS)

Puede competir favorablemente con dragas o palas cuando el material debe moverse a pequeñas distancias. La cuchilla semi-U dá mayor producción que con la cuchilla recta.

Excelente máquina para este objeto especialmente cuando se trata de tierra suelta, producto de excavaciones para cimientos.

La máquina más versátil y mejor para este trabajo. Proporciona peso adicional para el tractor y tiene otras aplicaciones simultáneas, tales como remover roca suelta y afinar cortes.

TRACTORES CON CUCHILLA
ANGULABLE (BULLGRADERS)

Cuando el material es francamente suelto; por presentar mayor superficie frontal su rendimiento es alto.

La mejor máquina para el despeje, la cuchilla puede inclinarse para llevar lateralmente el material.

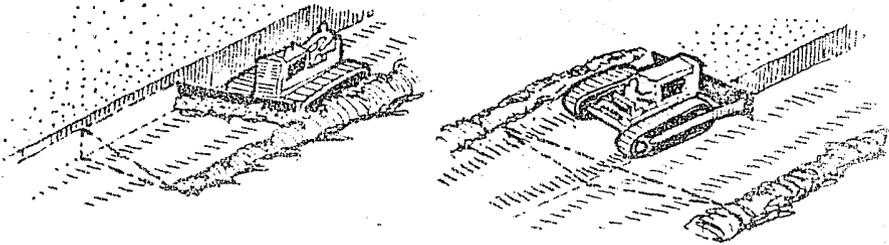
No tan eficaz como el Bulldozer, pues con la cuchilla larga puede dañar las llmitas de la escarpa.

MAQUINAS

A P L I C A C I O N E S

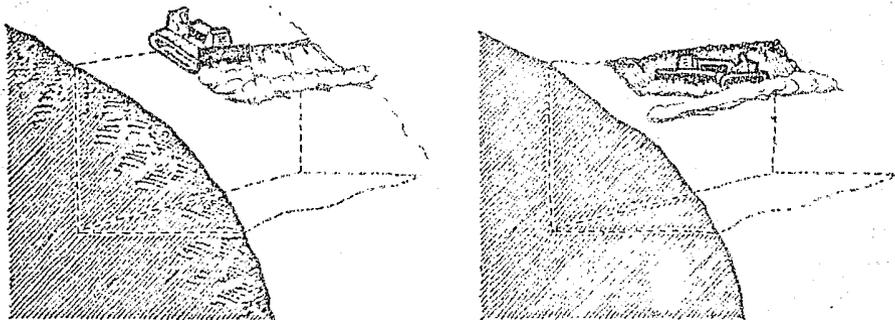
	Trabajos Preliminares	Despeje	Desmante
TRACTORES CON CUCHILLA RECTA (PAY DOZERS)	Utilizados en ciclos cortos de -- tiempo con material suelto sobre terreno firme, dotados con diversas cuchillas inclinables de operación hidráulica para el acabado requerido.	Máquina adecuada para usarse en terreno firme o donde se requiera. Se utiliza en trabajos de pavim _{en} tación.	Excelente máquina para usarse en terrenos arenosos.
	Taludes	Acabados	Escarificación
TRACTOR CON CUCHILLA RECTA (BULLDOZERS)	Excelente para este objeto. Puede trabajar verticalmente en el talud dependiendo de su inclinación.	Utilizado solamente para acabados toscos. Sin embargo pueden usarse para - sujetar la conformadora del extremo superior del talud, para trabajos de acabado.	Se utiliza para equilibrar con arados montados traseros. También para quitar rocas, acarrees en caminos y acabados en terraplenes, así como para escarificación en terrenos rocosos y empujar -- cargas.
TRACTOR CON CUCHILLA ANGULABLE (BULGRADERS)	Ofrece la ventaja adicional de la cuchilla angulable para acabados laterales y con el peso de la cuchilla mejorar la tracción frontal y su estabilidad.	Como el anterior puede usarse para acabados toscos pero no puede competir con la motoconformadora para ese objeto.	Como la anterior pero con la cuchilla más amplia, requiere mayor habilidad para evitar obstáculos y de-teriorar las llantas.

TRACTOR CON CUCHILLA ANGULABLE (ANGLEDZER)



Hoja en ángulo e inclinada corta y desaloja el material. Fig. 3.5

TRABAJO DE CUCHILLA (DOZER) EN LADERAS

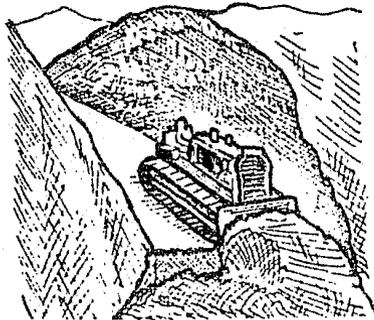


*Maniobra 1
Hoja en posición recta*

*Maniobra 2
Hoja en ángulo para desaloja-
miento lateral con la esquina in-
terior de la hoja mas baja. El
trabajo paralelo al talud para for-
mar y amacizar este.*

Fig. 3.6.

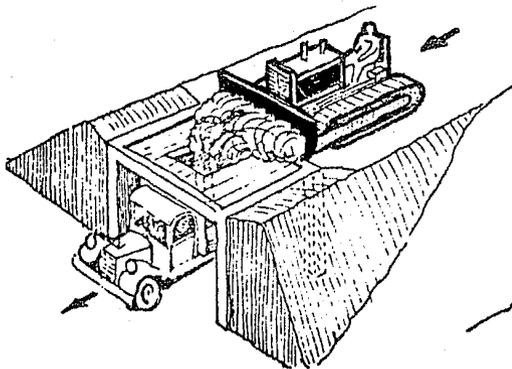
TRABAJO DE CUCHILLA (DOZER) EN CORTES



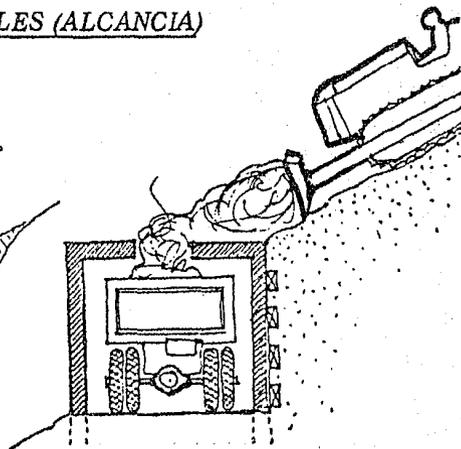
Repetir viajes hasta el borde, hasta que el relleno permita que la máquina transite sobre él. Fig. 3.7

TRACTOR EN CARGA DE MATERIALES (ALCANCIA)

Bancos de Revestimiento



En rampas y tolvas.



A media ladera

Fig. 3.8

3.3. - SELECCION DE TRACTORES

Para la selección de este equipo, debemos tomar en cuenta:

Forma de rodamiento

- a) *Orugas o neumáticos*

Motor

- a) *Potencia neta al freno en el volante (H.P.)*
- b) *Tipo y número de tiempos*
- c) *Gráficas sobre consumos específicos*
- d) *Marca y modelo*
- e) *RPM máximas*
- f) *Par motor máximo a RPM*

Peso

- a) *Peso de embarque*
- b) *Peso total de operación con accesorios*
- c) *Peso total de operación sin contrapesos y sin accesorios*

Medidas Generales

- a) *Largo con cuchilla*
- b) *Largo sin cuchilla*
- c) *Ancho del tractor (sin cuchilla)*
- d) *Distancia entre centros de rueda guía y catarina*
- e) *Distancia entre carriles*
- f) *Claro mínimo*
- g) *Radio de giro exterior mínimo*

Transmisión

a) *Marca y modelo*

b) *Tipo (directa, servo)*

Convertidor de Par Motor

a) *Marca y modelo*

b) *Relación*

c) *Número de pasos*

d) *Número de fases*

Velocidades

a) *Avance*

b) *Retroceso*

Tracción en la barra de tiro (Kg.) en cada velocidad

Cuchilla

a) *Tipo*

b) *Largo*

c) *Alto*

d) *Espesor*

e) *Angulos de trabajo; horizontal y vertical*

f) *Alza máxima*

g) *Descenso máximo*

h) *Tipo de control*

3.4. - ESCREPAS

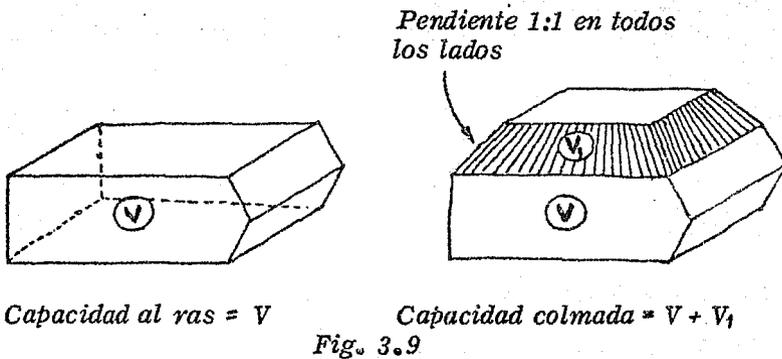
La escrepa se ha diseñado para excavar, cargar, acarrear y extender.

Hay dos tipos de escrepas: Jaladas

Autopropulsadas o Escrepas motorizadas.

La capacidad de la escrepa se determina en dos formas:

- a) *En metros cúbicos (mts³) al ras*
- b) *En metros cúbicos colmados (Fig. 3.9)*



ESCREPAS JALADAS

Las operaciones principales se efectúan en la siguiente forma:

- a) *Carga*
 - 1. - *Delantal levantado*
 - 2. - *Hoja enterrada*
 - 3. - *Compuerta en la parte posterior (Fig. 3.10)*

CARGA

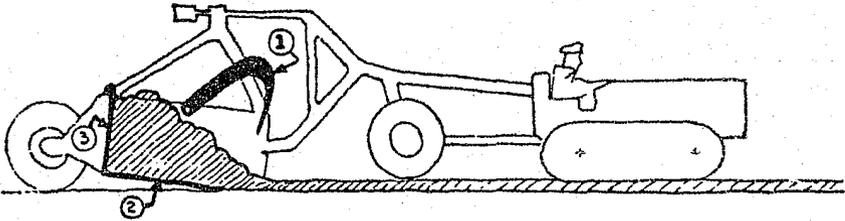


Fig. 3.10

b) *Acarreo*

1. - *Hoja levantada*

2. - *Delantal cerrado (Fig. 3.11)*

ACARREO

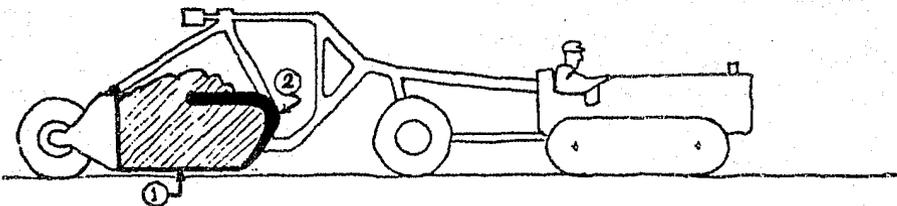


Fig. 3.11

c) *Extendido*

1. - *Delantal levantado*

2. - *Hoja colocada para dar el espesor deseado*

3. - *La compuerta se empuja hacia adelante para desalojar todo el material*

EXTENDIDO

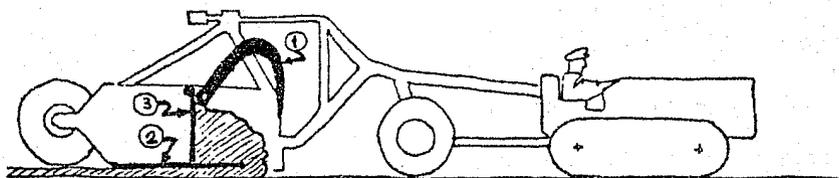


Fig. 3.12

Para usar eficientemente las escrepas deben considerarse:

a) *Condiciones de la Carga*

Los puntos principales que deben observarse:

1. - *Cargar a la capacidad máxima tolerable*

2. - *Procurar efectuar esta operación a la distancia más corta (30 mts. o menos)*

3. - *Procurar llenar la escrepa en el menor tiempo posible
(de 1 á 2 mins. de acuerdo con la capacidad)*

Para lograr estas condiciones, la profundidad de corte debe ser de 15 á 20 cms. en tierra común; una profundidad menor, aumenta el tiempo de carga y la distancia de recorrido; una profundidad mayor, produce atorones, patinamiento del tractor y pérdida de eficiencia. La profundidad de corte se puede aumentar, sobre todo en escrepas grandes, usando un tractor de empuje. La utilización del tractor de empuje se justifica cuando hay suficientes escrepas, de otra manera se tendrán muchos tiempos perdidos en estas máquinas. En caso de pocas escrepas debe preferirse el uso del arado, unido al tractor de empuje, para aflojar el material del suelo. Debe considerarse además para cargar fácilmente, lo siguiente en cada uno de los trabajos presentados:

CARGANDO HACIA ABAJO

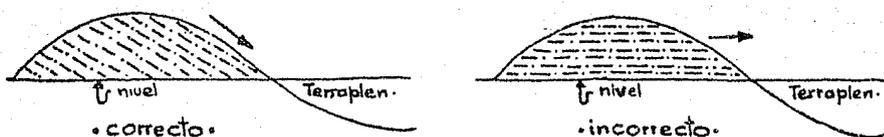


Fig. 3.13

CARGA A CABALLO

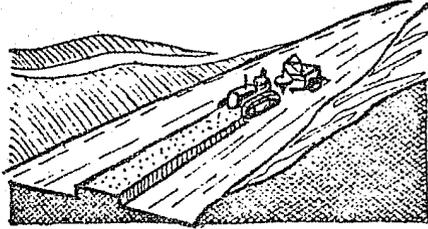


Fig. 3.14

CORTE EN LADERAS

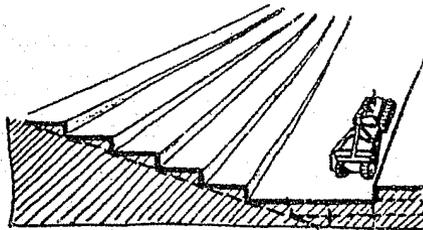
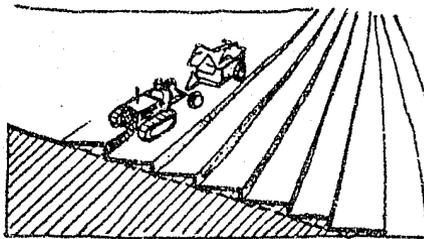


Fig. 3.15



CARGA EN CORTES

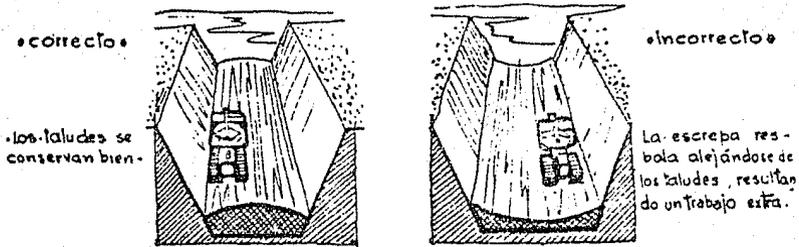


Fig. 3.16

FORMACION DE TERRAPLENES

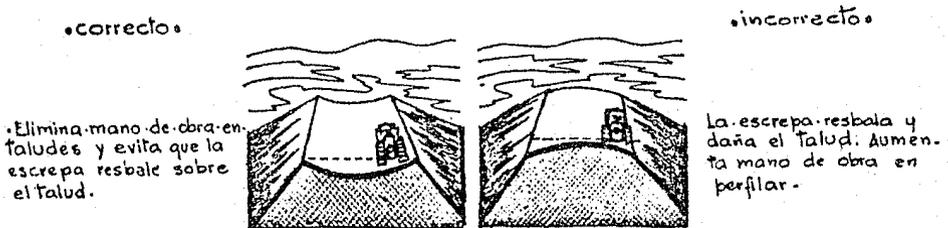


Fig. 3.17

b). - TRANSPORTE DEL MATERIAL

Deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

1. - El desarrollo de velocidades máximas, dependiendo del estado del camino, debiéndose arreglar la superficie de rodamiento.
2. - Uso más eficiente de la potencia total del motor; una superficie mal nivelada, provoca vibraciones y golpes, fatiga de operador y por consiguiente hace disminuir su eficiencia.
3. - Las vueltas deben hacerse lo más rápido y en la menor distancia posible.
4. - Uso de una presión óptima para el inflado de las llantas, donde el esfuerzo de tracción da su mejor rodamiento, ya que cada centímetro de penetración suplementaria de los neumáticos, en el suelo, exige 9 kg. de esfuerzo adicional por tonelada bruta de peso de la escrepa.

c). - TENDIDO DEL MATERIAL

Prácticamente todas las descargas de la escrepa se efectúan en capas de igual espesor.

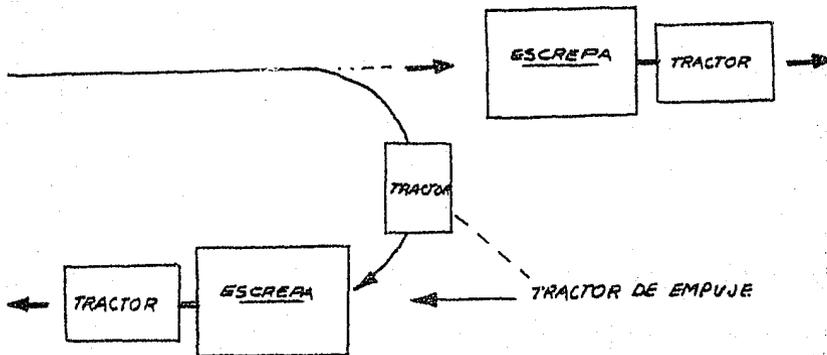
Para obtener un rendimiento máximo debe observarse:

APLICACIONES Y USOS

DESCRIPCION DEL TRABAJO	A P L I C A C I O N E S		LIMITACIONES
	SU EMPLEO	VENTAJAS	
1. - CAMINOS DE ACCESO	Desviaciones y pasos provisionales.	En cortes pesados, donde el acarreo no es propio para el Dozer.	Impropio en cortes y rellenos en terreno escabroso.
2. - DESMONTE	Remoción de pasto y yerbas.	En acarreos largos.	Impropio para vegetación tupida; arbustos, árboles, raíces.
3. - LIMPIA SUPERFICIAL	Remoción de la capa superficial para almacén o desperdicio.	Ideal.	Areas escabrosas, espacio limitado de giro y carga.
4. - TRABAJOS PRELIMINARES	Sistemas de drenaje, cortes a media ladera, principio de relleno.	Construcción de canales y contracunetas anchas largo acarreo.	Terreno áspero.
5. - EXCAVACIONES CON ACARREO CORTO	Rellenos, zanjas, cortes, presones.	Ideal para distancias que excedan de 60 M.	Dificultad de giro.
6. - EXCAVACIONES CON ACARREO LARGO	Formación de terraplenes.	Carga, acarreo y extendido.	Distancias mayores de 300 M.
7. - TALUDES	Formación de cortes o rellenos.	Bueno para pendientes graves.	La pendiente debe ser menor de 2:1
8. - EXTENDIDO		Ideal. Se controla y no deja bordes.	
9. - RELLENOS	Reposición de material en zanjas o alrededor de estructuras.	Solamente para acercar el material.	No es apropiada para rellenos.
10. - COMPACTACION	Solidificación del material de relleno.	Ayuda mucho a la compactación de los rellenos.	Limitada a cierto grado y sin control uniforme.
11. - ACABADO	Alisamiento de la rasante o talud.	Empareja la superficie.	No da el acabado final, requiriéndose otras máquinas.

- 1.- *Efectuar la descarga en la mínima distancia y a la mayor brevedad posible.*
- 2.- *La variación en las capas de descarga se recomienda que esté dentro de su rango de 15 á 20 cms. de espesor de acuerdo con el tipo de material.*
- 3.- *En determinados materiales la resistencia al rodamiento es mayor y la descarga debe ser más lenta.*

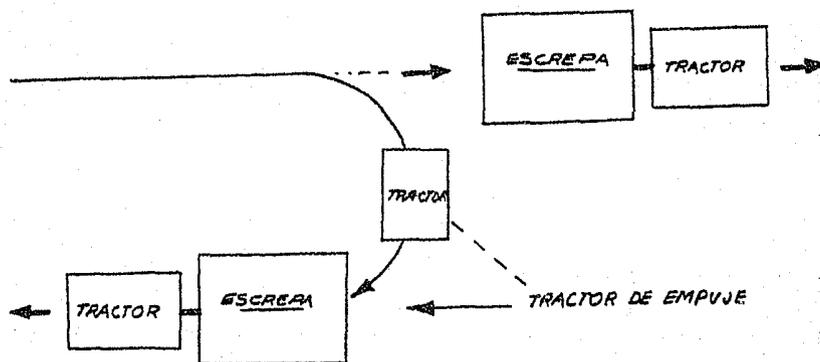
PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO CON LAS ESCREPAS EN CARGA CON TRACTOR DE EMPUJE. (Fig. 3.18)



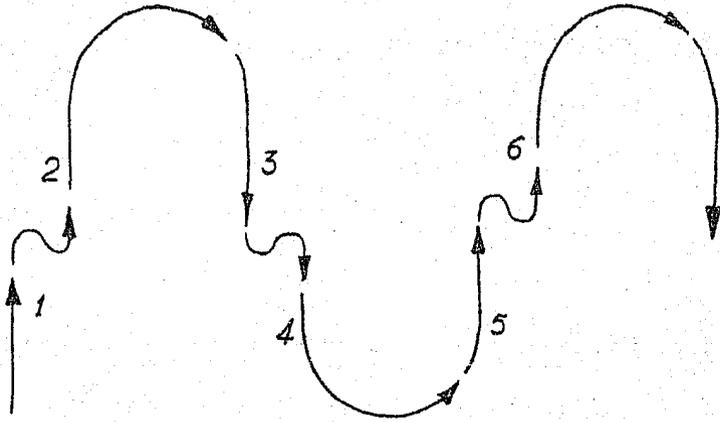
Acción del tractor de empuje sobre un área de gran longitud.

- 1.- *Efectuar la descarga en la mínima distancia y a la mayor brevedad posible.*
- 2.- *La variación en las capas de descarga se recomienda que esté dentro de su rango de 15 á 20 cms. de espesor de acuerdo con el tipo de material.*
- 3.- *En determinados materiales la resistencia al rodamiento es mayor y la descarga debe ser más lenta.*

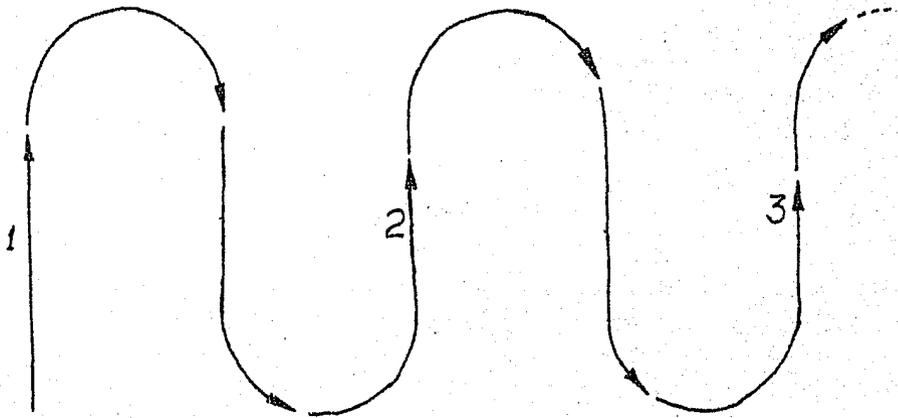
PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO CON LAS ESCREPAS EN CARGA CON TRACTOR DE EMPUJE. (Fig. 3.18)



Acción del tractor de empuje sobre un área de gran longitud.



La ventaja del dispositivo está en la posibilidad para el tractor de - cargar dos esrebas sucesivamente.



El tractor de empuje se ve obligado a regresar y cambiar dos veces de dirección para empujar las esrebas.

Fig. 3.18

3.5. - SELECCION DE ESCREPAS

Las características que se deben tomar en cuenta para la selección de este equipo son:

Capacidad.

Peso.

a) *Peso de embarque*

<i>Medidas Generales</i>	<i>Caja hacia arriba</i>	<i>Caja hacia abajo</i>
<i>Ancho total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Longitud total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Altura total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>

*Debajo del filo de corte,
máximo al punto mas ba-*

jo *si* *no*

Neumáticos.

a) *Cantidad*

b) *Medida*

c) *Número de capas*

Tracción requerida en la barra para operación.

3.6. - MOTOESCREPAS O ESCREPAS MOTORIZADAS

La producción de las máquinas para terracería, de neumáticos de grandes dimensiones y baja presión, se ha incrementado mediante la combinación de tractor y escrepa, ya que los dos tipos sobre neumáticos permiten una gran rapidez en el desplazamiento.

Existen dos tipos de escrepas motorizadas:

1.- El tractor sobre cuatro ruedas, como los tractores ordinarios. (Fig. 3.19)

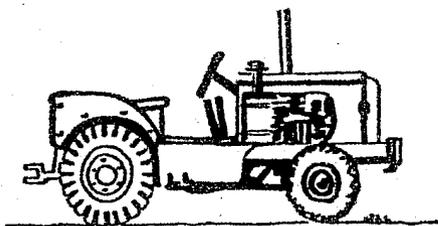


Fig. 3.19

2.- El tractor sobre dos ruedas, donde el peso del motor está localizado en la parte delantera del eje del tractor y equilibrando la carga con la parte delantera de la escrepa aplicada ligeramente detrás del eje. (Fig. 3.20)

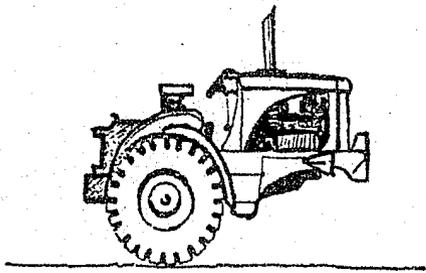


Fig. 3.20

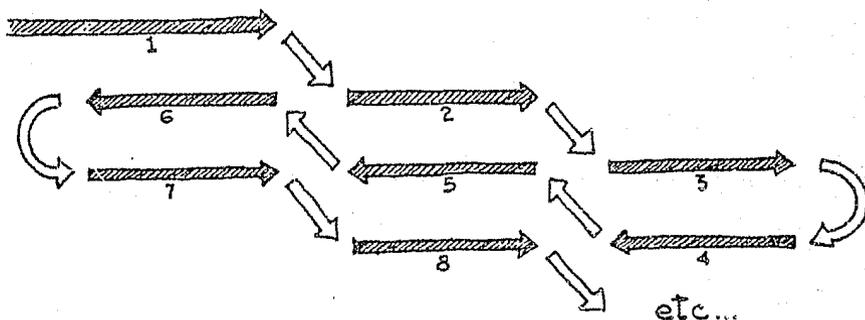
Con este equipo se logra una velocidad que en marcha normal llega a ser del orden de los 40 Kms. por hora. Esta velocidad requiere de tener la superficie de rodamiento en buenas condiciones, lo que implica una preparación de los caminos de acceso a la obra.

Por la falta de orugas, la motoescrepa es prácticamente incapaz de cargarse por ella misma. Por lo que la necesidad de un tractor de empuje es de suma importancia, ya que el rendimiento depende del tiempo de carga y este tiempo se disminuye a medida que el transporte se hace a mayores velocidades.

Las recomendaciones para facilitar el trabajo de las motoescrepas, son las mismas que las tratadas para las escrepas jaladas y especialmente para el caso del tractor de empuje se requiere de un mayor número de motoescrepas, para no tener que pararse. Para la mayor eficiencia de la operación, es necesario organizar la carga de tal forma que el tractor de empuje recorra la mínima distancia

posible. (Fig. 3.21)

REDUCCION DEL RECORRIDO DEL TRACTOR DE EMPUJE CARGANDO A NIVEL.



El tractor de empuje carga la unidad No. 1.- La unidad No. 2 se coloca a lo largo y el tractor de empuje gira sobre ese lado tan pronto como se haya completado la carga No. 1.- Se trabaja de esta forma hasta el extremo del préstamo y luego se regresa cargando en la misma dirección.

Fig. 3.21

3.7.- SELECCION DE MOTOESCREPAS

Para seleccionar este equipo se deben tomar en cuenta los factores siguientes:

Capacidad.-

Peso total de embarque con accesorios

- a) Sobre ruedas delanteras
- b) Sobre ruedas traseras

Motor

a) *Potencia neta al freno en el volante (H.P.)*

b) *Tipo y número de tiempos*

c) *Gráficas sobre consumos específicos*

d) *Marca y modelo*

e) *R P M máximas*

f) *Por motor máximo a R P M*

Transmisión:

a) *Marca y modelo*

b) *Tipo (Directa, servo)*

Velocidades:

a) *Avance*

b) *Retroceso*

<i>Medidas Generales</i>	<i>Caja hacia arriba</i>	<i>Caja hacia abajo</i>
<i>Ancho Total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Longitud Total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Trailla (al eslabón)</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Tractor</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Altura Total</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Espacio libre debajo del pilo</i>		
<i>de corte máximo al punto más bajo</i>	<i>si</i>	<i>no</i> <i>##</i>

<i>Distancia entre ejes</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Entre ruedas del tractor y ruedas de la trailla</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>Tractor</i>	<i>si</i>	<i>si</i>

Neumáticos

- a) Cantidad adelante*
- b) Medida.*
- c) Número de capas*
- d) Cantidad atrás*
- e) Medida*
- f) Número de capas*

Control Hidráulico

- a) Tipo de bombas*
- b) Capacidad en Lts./Min. a presión de Kg/cm².*

Sistema de Dirección

- a) Controles (Hidráulicos, mecánicos, otros)*
- b) Operados por (pedales, palancas, otros).*

3.8. - CARGADORES

Uno de los equipos más recientes para el movimiento de tierras, - es el cargador frontal, que se lanzó al mercado con tracción en las

cuatro ruedas, convertidor de par, transmisión automática y reducciones planetarias en las ruedas. El papel que desempeñaba el tractor de ruedas en las tareas de movimiento de tierras y otros materiales pesados, se hallaba estrechamente limitado e ineficiente, por lo que los cargadores frontales de hoy en día nacieron principalmente de la necesidad de obtener una mayor eficiencia en los diversos tipos de obras.

La naturaleza del trabajo asignado a este tipo de equipo entra de lleno en la carga de roca, excavación de cimientos y carga intensiva de los materiales más pesados de construcción. Además es necesario comentar que el cargador frontal no sólo excava y eleva, sino que también sirve como unidad de acarreo. En síntesis puede decirse que los cargadores frontales han sido desarrollados y construídos para realizar los siguientes trabajos:

- a) Excavación de un talud o montón natural
- b) Ejecución y mantenimiento de montones de apilado
- c) Carga de camiones desde el montón
- d) Carga de tolvas
- e) Carga de rocas procedentes de voladuras
- f) Carga de camiones desde montones alargados
- g) Nivelado y limpieza general de superficies llanas

- h) Descarga y vertido de material al final del relleno de --
zanjas*
- i) Excavación de cimientos y otros trabajos de excavado ba
jo el nivel del suelo.*
- j) Subida de pendientes con carga*
- k) Limpieza de terreno y arranque de árboles*
- l) Preparación de pendientes hacia atrás y excavado de zan
jas*
- m) Movilidad en terrenos inestables y en el desplazamiento
por carreteras.*
- n) Trabajos con accesorios.*

3.9. - SELECCION DE CARGADORES

*Para una selección adecuada de este equipo los puntos que se deben
tomar en cuenta son:*

Forma de rodamiento. -

- a) Orugas o neumáticos*

Capacidad SAE del cucharón

- a) Capacidad de levante*
- b) Capacidad de acarreo*
- c) Capacidad de ataque*

Tiempos de Operación

- a) *Carga*
- b) *Ascenso*
- c) *Volteo*
- d) *Descenso*

Motor

- a) *Potencia neta al freno en el volante*
- b) *Gráficas sobre consumos específicos*
- c) *Tipo y número de tiempos*
- d) *Marca y modelo*
- e) *RPM máximas*
- f) *Par Motor máximo a RPM*

Peso

- a) *Peso de embarque*
- b) *Peso total de operación con accesorios*

Medidas Generales

- a) *Largo con cucharón en el suelo*
- b) *Largo sin cucharón*
- c) *Ancho del tractor (sin cucharón)*
- d) *Distancia entre centros y ruedas*
- e) *Radio de giro exterior mínimo*

Sistema de Dirección

- a) *Controles (Hidráulicos, mecánicos, otros)*
- b) *Operados por (Pedales, palancas, otros)*

Transmisión

- a) *Marca y modelo*
- b) *Tipo (Directa, servo)*

Convertidor de par Motor

- a) *Modelo y marca*
- b) *Relación*
- c) *Número de pasos*
- d) *Número de fases*

Velocidades

- a) *Avance*
- b) *Retroceso*

Tracción máxima en la barra de tiro

Cucharón

- a) *Largo*
- b) *Ancho*
- c) *Espesor*
- d) *Cantidad de dientes removibles*
- e) *Inclinación máxima del cucharón hacia atrás*

- 1) *Sobre el suelo*
 - 2) *En acarreo, a altura de (mts)*
 - 3) *En levantamiento máximo*
- f) *Inclinación máxima del cucharón hacia adelante*
- 1) *En posición de excavación*
 - 2) *En altura máxima de volteo*
- g) *Alcance de volteo a máxima altura*
- h) *Altura máxima de descarga al perno del cucharón*
- i) *Altura máxima de descarga*
- j) *Profundidad de excavación*

Control Hidráulico

- a) *Tipo de bomba*
- b) *Capacidad en Lts/min. a presión de Kg/cm².*
- c) *Presión de operación del sistema hidráulico*

3.10. - MOTOCONFORMADORAS O NIVELADORAS

La gran importancia que han tomado estas máquinas, se debe tanto a su potencia como al dispositivo que se ha diseñado para el movimiento de la cuchilla.

Por su sistema de transmisión, hay dos tipos.

El más común, en que las ruedas traseras son motrices y las delan

terras direccionales. Las ruedas traseras, en número de cuatro, vienen en sistema tandem, y todas son motrices.

En el otro tipo, las ruedas traseras tanto como delanteras son motrices; presenta este tipo la ventaja de trabajar en rampas de mayor pendiente como consecuencia de la tracción en el eje delantero. La cuchilla puede moverse por rotación alrededor de un eje vertical central, por rotación alrededor de un eje longitudinal de la cuchilla y por translación a lo largo de este eje, cada uno de estos movimientos son independientes uno de otro.

Estos movimientos pueden modificar la posición de la cuchilla según las necesidades del trabajo:

- a) Altura de la cuchilla respecto al suelo*
- b) Angulo horizontal que hace la cuchilla con el eje longitudinal de la máquina*
- c) El ángulo vertical que hace la cuchilla con el eje plano del piso*
- d) El desalojamiento lateral de la cuchilla en relación al eje longitudinal de la máquina*
- e) El ángulo de ataque de la cuchilla sobre el suelo.*

Los aditamentos a este tipo de maquinaria son los escarificadores, los que permiten la operación preliminar de escarificado del terre

no anterior de la acción de la cuchilla. En algunos casos se adapta una hoja frontal de empuje que ejerce las funciones del Bulldozer en menor grado. Se les adaptan cargadores de materiales que permiten al mismo tiempo que la máquina haga la excavación y el material sea descargado a las unidades de acarreo.

USO DE LAS MOTOCONFORMADORAS

Desyerbe y remoción de vegetación ligera

Limpia de bancos

Construcción de canales y formación de terraplenes

Extendido de materiales

Mezcla de materiales

Construcción de carpetas asfálticas

Terminación de taludes

Mantenimiento de caminos

Para una mayor eficiencia en el uso de este equipo en las operaciones antes mencionadas, es indispensable aprovechar al máximo la potencia de la máquina. La cantidad y calidad del trabajo están en función del correcto ajuste de la cuchilla a las necesidades de la operación. La inclinación frontal de la cuchilla debe permitir cortar, mezclar y rastrear como se desee. Siendo la forma de la cu-

chilla cóncava, la posición más efectiva para cortar o revolver, se logra cuando el filo de la cuchilla queda vertical al lado superior.

(Fig. 3.32). Este ajuste vertical se usa para emparejar superficies y dar formas definitivas.

Para trabajos de conservación de caminos, la parte superior se inclina hacia adelante, (Fig. 3.22) hasta obtener una inclinación frontal conveniente, para dar rastreo o raspamientos.

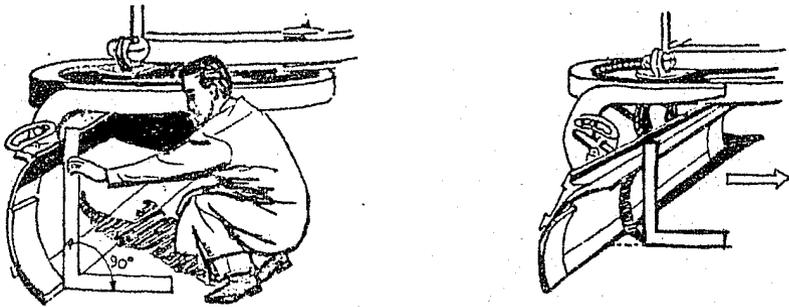


Fig. 3.22

Para que el material pueda correr libremente hacia el extremo de la cuchilla, la posición de la cuchilla con respecto al eje longitudinal de la máquina debe ser el apropiado. Para el rastreo, el ángulo de la cuchilla con respecto al eje longitudinal de la máquina debe ser de 60° a 70°

ANGULO DE LA CUCHILLA CON RESPECTO AL EJE
LONGITUDINAL

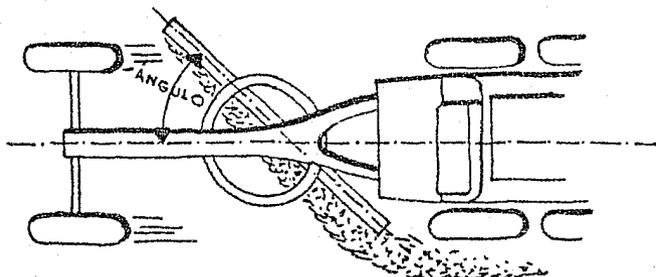
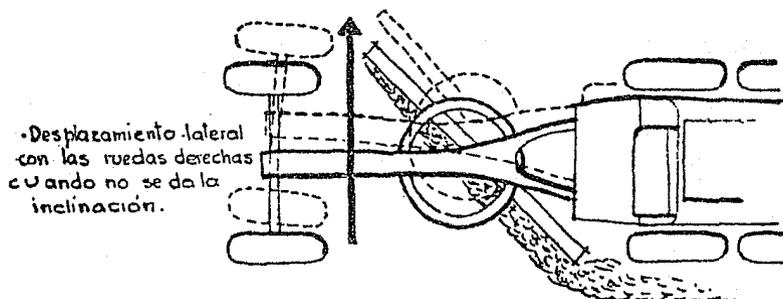


Fig. 3.23

La inclinación de las ruedas delanteras es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones en las motoconformadoras actúa una fuerza lateral que tiende a desviar la parte delantera de la máquina hacia un lado, para equilibrar esta fuerza las ruedas delanteras se inclinan hacia la dirección que lleve la tierra al correr sobre la cuchilla. (Fig. 3.24)



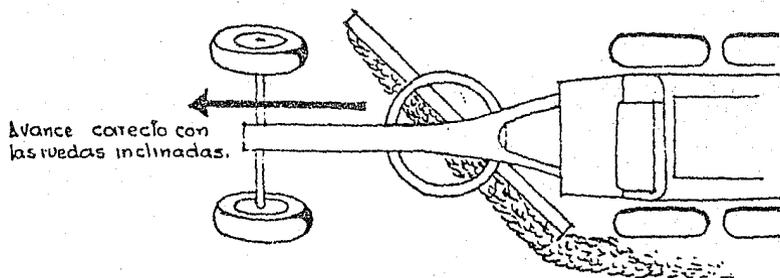


Fig. 3.24

La motoconformadora, en virtud de que en su forma de trabajo hacia adelante, debe virar 180° en tramos de longitud no menor a 300 mts. a menores distancias es recomendable la reversa para regresar.

LAS VELOCIDADES EN LA TRANSMISION RECOMENDABLES PARA LOS DIVERSOS TRABAJOS SON:

Conservación de caminos:	3a. a 5a.
Extendido de materiales:	2a. a 4a.
Mezcla de materiales:	4a. a 6a.
Afinamiento de taludes:	1a.
Desyerbes:	1a. a 2a.
Acabados finales:	2a. a 4a.

3.11. - SELECCION DE MOTOCONFORMADORAS

Los factores más importantes que se deben tomar en cuenta en el momento de seleccionar este equipo son:

Peso total de embarque con accesorios (Kgs.)

- a) *Sobre ruedas delanteras*
- b) *Sobre ruedas traseras*

Motor

- a) *Potencia neta al freno en el volante*
- b) *Tipo y número de tiempos*
- c) *Gráficas sobre consumos específicos*
- d) *Marca y modelo*
- e) *R P M máximas*
- f) *Par motor máximo a R P M*

Medidas Generales

- a) *Entrevía*
- b) *Distancia entre eje delantero y centro de ejes del tandem*
- c) *Distancia entre ejes del tandem*
- e) *Radio de giro exterior mínimo*
- f) *Ancho total (Sin contar la cuchilla)*

Transmisión

- a) *Marca y modelo*
- b) *Tipo*
- c) *Velocidades de avance*
- d) *Velocidades de retroceso*

Número de ruedas de tracción

Controles (Hidráulico, Mecánico, Mecánico con ayuda hidráulica, - manual, etc.) de la operación de:

- a) *Rotación del círculo*
- b) *Desplazamiento del círculo*
- c) *Elevación del vertedor*
- d) *Deslizamiento del vertedor*
- e) *Inclinación del vertedor*
- f) *Movimiento del escarificador*
- g) *Dirección*
- h) *Inclinación de las ruedas delanteras*

Escarificador

- a) *Peso*
- b) *Tipo (en "V", otro)*
- c) *Número de dientes*
- d) *Fuerza de empuje contra el suelo*

e) *Profundidad máxima de rastreo*

f) *Ancho de trabajo*

Dimensiones del vertedor

a) *Largo*

b) *Ancho*

c) *Espesor*

Movimientos operatorios del vertedor

a) *Giro en ambos sentidos*

b) *Angulo máximo de corte en talud*

c) *Desplazamiento lateral derecho*

d) *Desplazamiento lateral izquierdo*

e) *Desplazamiento lateral hacia ambos lados*

f) *Empuje máximo hacia adelante (en Kg. sobre pavimento de concreto seco).*

3.12. - COMPACTADORES

En la construcción de terraplenes, bases y sub-bases, los materiales que los forman deben tener especificado el grado de compactación. El aumento del peso volumétrico seco por la compactación, hace que los suelos retengan el mínimo de humedad, tengan menor permeabilidad y sufran asentamientos menores. La compactación -

se traduce en un mayor valor de soportes, mayor resistencia al corte, menores variaciones de volumen.

El éxito de la compactación depende de los métodos usados, del tipo y peso del equipo de compactación y de los procesos empleados en la colocación del suelo y de su preparación para su compactación.

La compactación depende del tamaño del área cargada, de la presión ejercida en esta área y del espesor de la capa.

El espesor de la capa, es importantísimo, ya que muchos fracasos dependen de que la capa tenga un espesor mayor al que el equipo puede compactar. El espesor depende y varía de acuerdo con el tipo de suelo y con la máquina de compactación que se use.

Entre el equipo de compactación más usual tenemos:

1.- RODILLOS PATA DE CABRA

Los rodillos pata de cabra normalmente se fabrican en dos tipos: ligeros y pesados.

De los ligeros son características medias:

Diámetro del tambor sin patas	1 mt.
Longitud del tambor	1.2 Mts.
Longitud de las patas	0.18 Mts.

De los pesados, sus características medias son:

<i>Diámetro del tambor sin patas</i>	<i>1.5 Mts.</i>
<i>Longitud del tambor</i>	<i>1.5 Mts.</i>
<i>Longitud de las patas</i>	<i>0.23 Mts.</i>

Las formas de las patas varía, con los diferentes modelos de rodillos buscando sobre todo evitar que las patas al salir del terreno lo aflojen. (Fig. 3.25)

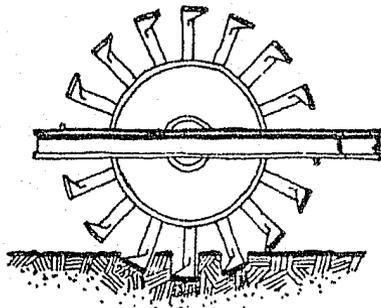


Fig. 3.25

Agrupación de los rodillos:

En pocos trabajos se usa el rodillo solo y se agrupan normalmente en 2, 3 y 4 tambores, de acuerdo con la Fig. 3.26

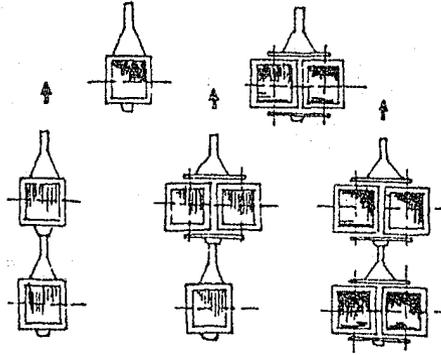


Fig. 3.26

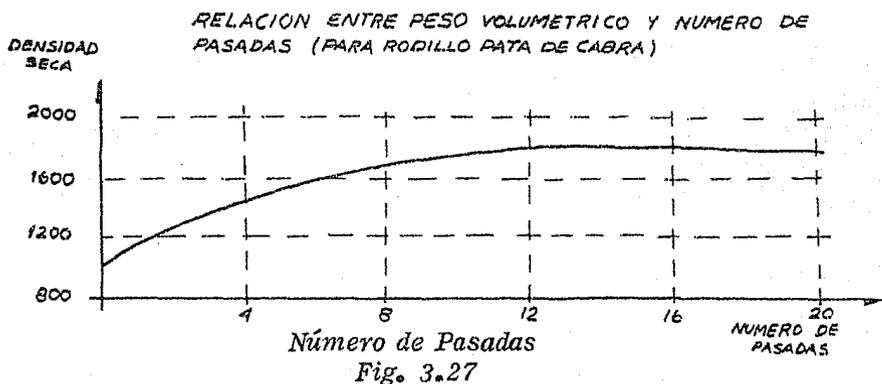
Entre las variantes que afectan al funcionamiento de estos rodillos, se pueden mencionar: el peso del aparato, área y forma de las patas, su espaciamiento, tipo de suelo, el contenido de humedad, peso volumétrico del material y el espesor de la capa.

Por la presencia de tantas variantes no se pueden dar recomendaciones específicas, sino que deben limitarse a cada caso en particular.

El espesor de las capas por compactar debe ser sensiblemente -- igual a la longitud de las patas y no deberá en ningún caso exceder en más del 20% de esta dimensión.

El número de pasadas tiene un efecto considerable sobre el grado de compactación obtenido. La relación entre el peso volumétrico seco y el número de pasadas toma aproximadamente la forma de --

una línea recta, al trazarla en papel semilogarítmico. Una vez llegado a cierto número de pasadas no resulta útil, desde el punto de vista práctico, continuar la operación ya que el incremento en el peso volumétrico seco, por pasada es insignificante. (Fig. 3.27)



Otro factor que afecta la selección del rodillo pata de cabra, es el radio del rodamiento. Mientras menor sea el radio del rodamiento, sin variar el peso, mayor será la tracción en la barra, tanto en las vueltas como en línea recta.

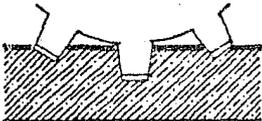
Para seleccionar el rodillo que compacta el suelo a la densidad deseada, en el tiempo posible, deben considerarse los factores siguientes:

- 1.- Utilización del máximo de presión de contacto que el suelo pueda soportar sin fallar por esfuerzo cortante.
- 2.- Preferencia de los rodillos que cumpliendo con lo anterior,

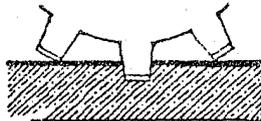
cubra la mayor área posible por pasada.

La velocidad de desplazamiento durante la compactación dentro de límites razonables no afecta la calidad del trabajo.

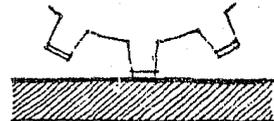
Las reglas prácticas recomendables para este tipo de equipo son:



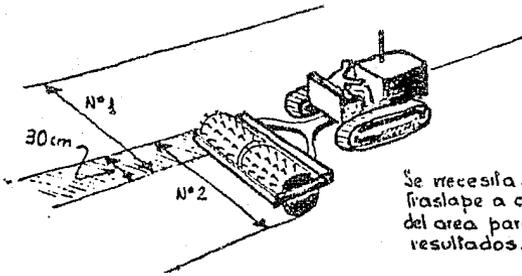
•1. El material es extendido en capas especificadas. En el primer paso la pata penetra totalmente.



•2. cada pase sucesivo sobre el material, compacta la sub-base, hasta que...



•3. las patas del rodillo que dan sin penetrar, indicando la solidificación. El pisonado posterior no aumenta la compactación.



Se necesita 30 cm de franja a cada lado del área para mejores resultados.

Fig. 3.28

3.13.- SELECCION DE RODILLO PATA DE CABRA

Para seleccionar este equipo se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

Peso

a) Peso de embarque

b) Peso total de operación

Dimensiones

- a) Diámetro del tambor sin patas*
- b) Longitud del tambor*
- c) Longitud de las patas*

Número de rodillos

Tracción en la barra requerida para apisonar.

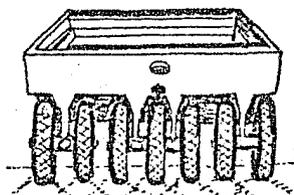
2. - APLANADORA DE NEUMÁTICOS

Para este equipo la eficiencia depende del área de presión de contacto (que viene dada por la presión de inflado más la presión debida a la rigidez de las paredes laterales del neumático), del número de pasadas y del espesor de la capa.

Las aplanadoras de neumáticos, pueden ser máquinas remolcadas o autopropulsadas. Están constituidas por una caja sobre un cierto número de ruedas. La caja es el lugar para colocar el peso que se necesita, el cual es homogéneo y repartido uniformemente en cada una de las ruedas. Para lograr una correcta distribución de la carga se usan ejes basculantes, subdivisión de la caja principal en varios elementos y equilibrios por cables y poleas.

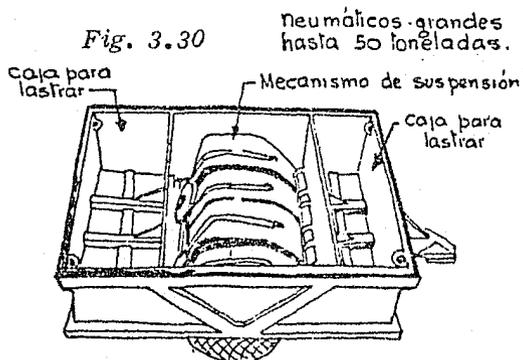
Clasificación:

Denominación	Distribución de peso	Peso de rodillos vacíos en Tons.	Capacidad total en Tons.	Tipo de neumáticos en Tons.
De peso medio	ejes basculantes	5-20	22-30	750 x 15
De peso grande	ejes basculantes	11-14	45-50	1800-24
De peso extra grande	ejes basculantes	23-30	100-200	- -



Neumáticos ligeros hasta 20 toneladas

Fig. 3.29



El mecanismo de suspensión se acciona mediante cables y poleas.

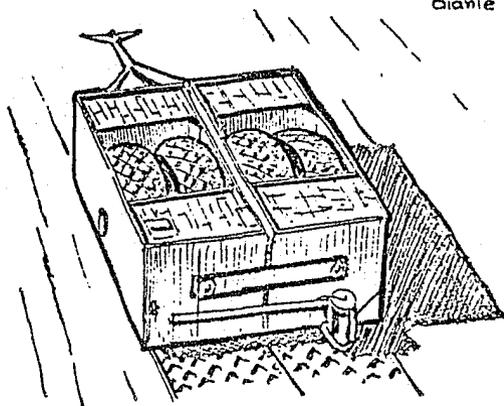


Fig. 3.31

Neumáticos extra-grandes de 100 a 200 toneladas.

El espesor de las capas que deben compactarse con un rodillo de neumáticos no puede fijarse de antemano y por lo mismo, deben hacerse pruebas para determinar en cada suelo el espesor más conveniente, así como el número de pasadas.

La duración del tiempo de aplicación de las cargas es importante y entre mayor sea el peso de las aplanadoras neumáticas, la velocidad de desplazamiento debe ser menor. (Fig. 3.32)

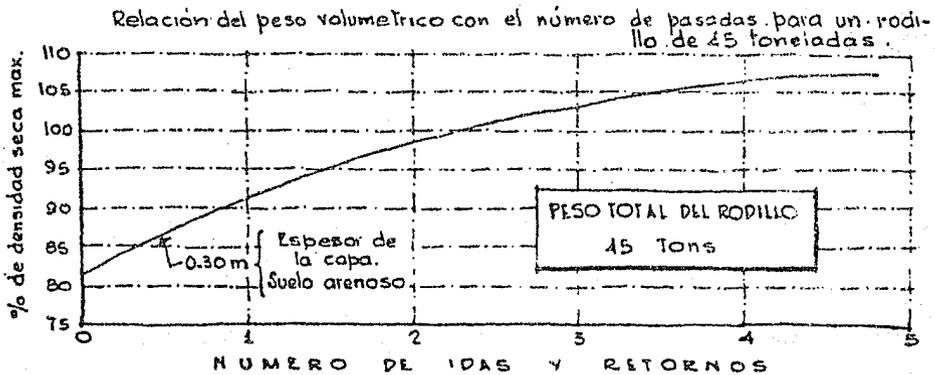


Fig. 3.32

3.14. - SELECCION DE COMPACTADORES DE NEUMATICOS

Los factores más importantes que se deben tomar en cuenta en la selección de este equipo son:

Capacidad de carga

Dimensiones de la caja

a) Ancho

- b) *Largo*
- c) *Alto*
- d) *Volumen*

Neumáticos

- a) *Medida*
- b) *Número de capas*

Ancho de apisonado

Tracción en la barra requerida para apisonar

Peso de embarque

3. - APLANADORA DE NEUMATICOS CON UNIDAD VIBRATORIA

Son semejantes a las del grupo anterior y además tienen un par de ejes que giran accionados por engranajes, con volantes excéntricos, con lo que se produce una vibración vertical con frecuencias de 600 a 1400 r. p. m. La vibración provoca un acomodamiento de las partículas sólidas y por tanto un incremento del peso volumétrico seco.

El inconveniente esencial es que solo los suelos granulares pueden compactarse por vibración.

3.15. - SELECCION DE APLANADORA DE NEUMATICOS CON UNIDAD VIBRATORIA

Para la selección de este equipo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

Peso

a) Operación

b) Embarque

Frecuencia de vibración

Dimensiones de la caja

a) Largo total

b) Ancho total

c) Altura Total

d) Volumen

Neumáticos

a) Medida

b) Número de capas

Ancho de apisonado

Tracción en la barra requerida para apisonar

4. - APLANADORAS DE RUEDAS DE ACERO DEL TIPO DE REJILLA

Es similar al grupo de las de pata de cabra remolcado, excepto que -

las patas se sustituyen por una rejilla cuadrada. Para aumentar la presión se equipan con cajas de lastre.

También pueden emplearse estos rodillos para la trituración de roca en las capas de base, así como en ruptura de carpetas antiguas. Los más usuales son del tipo de 178 cms. de ancho, con diámetro de 170 cms., peso vacío de 5450 Kg. y peso con lastre de 13600 Kg.

Aplanadora de ruedas de acero tipo rejilla.

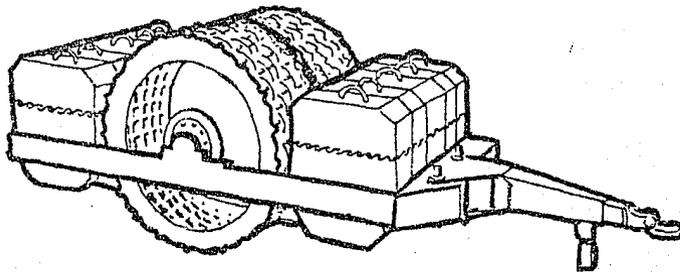


Fig. 3.33

5. - APLANADORA DEL TIPO DE RUEDAS LISAS

Las del tipo de tres ruedas lisas se usan para la compactación de sub-bases y bases. Los tipos tandem para la compactación final de subrasantes, bases y carpetas.

Las aplanadoras de tres ruedas vienen en gran variedad de tamaños y pesos. En algunos casos pueden lastrarse las ruedas para aumentar la presión, lo que las hace más eficientes.

Los principios que regulan la relación existente entre la presión de contacto y la compactación se aplican tanto a los rodillos para de cabra como a las aplanadoras de tres ruedas lisas.

Con las unidades de 10 a 12 tons., se compactan capas hasta de 25 cms., especialmente en suelos granulares, de grano fino.

El proceso de compactación, es iniciarlo a bajas velocidades cubriendo toda el área y después ir traslapando las rodadas de los rodillos traseros. (Fig. 3.34)

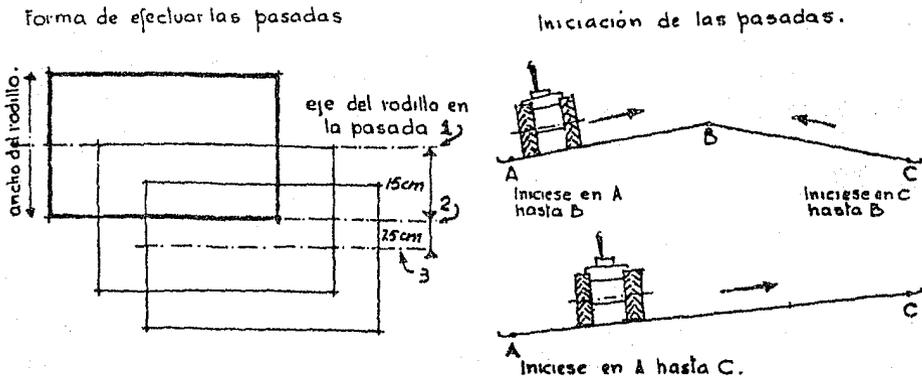


Fig. 3.34

Este grupo da buen resultado en cualquier tipo de suelo, excepto en arenas limpias y no plásticas. Son efectivas y seguras en grava y -- suelos arcillosos.

Existen otros tipos de compactación :

De ruedas con segmentos en los rodillos (Fig. 3.35)

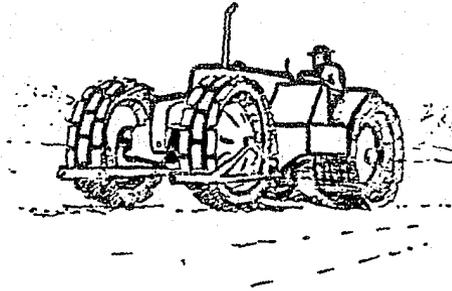


Fig. 3. 35

Tandem con un rodillo liso y otro segmento (Fig. 3.36)

De base vibratoria

Apisonadoras

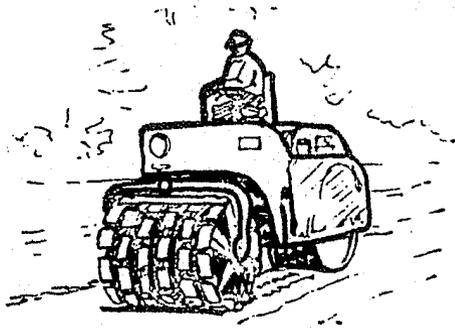


Fig. 3.36

3.16. - SELECCION DE APLANADORAS DEL TIPO DE RUEDAS LISAS

Para la selección de este equipo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

Peso

a) Operación

b) Embarque

Dimensiones Generales

a) Largo Total

b) Ancho Total

c) Diámetro de rodillos

d) Ancho de rodillo

e) Espesor de rodillos

f) Capacidad de balasto de rodillos

g) Sistema de riego

h) Limpiadores

Fatiga de compactación

a) Vacío

b) Con balasto máximo

Motor

a) Potencia neta al freno en el volante (H.P.)

- b) *Tipo y número de tiempos*
- c) *Gráficas sobre consumos específicos*
- d) *Marca y modelo*
- e) *R. P. M. máximas*
- f) *Par motor máximo a R. P. M.*

Convertidor de Par

- a) *Marca y modelo*
- b) *Relación*
- c) *Número de pasos*
- e) *Número de fases*

Sistema de dirección (Hidráulica, mecánica)

- a) *Radio de giro exterior mínimo*

Transmisión

- a) *Marca y Modelo*
- b) *Tipo*

Velocidades

- a) *Avance*
- b) *Retroceso*

**APLICACION CORRECTA DE LA MAQUINARIA DE COMPACTACION
A TERRAPLENES**

La construcción de materiales compactados debe hacerse en capas sensiblemente horizontales y superpuestas.

En terraplenes nuevos deberá limpiarse la superficie: de vegetación y de ser posible de la tierra vegetal, y tener cuidado de escarificar la superficie antes de tender la primera capa para asegurar una liga perfecta. Cada capa se va tendiendo dando el espesor necesario.

Conociendo el peso volumétrico y el contenido de humedad de estas capas, se riegan hasta tener la humedad necesaria para proceder a la compactación. Una condición es la de lograr la homogenización de materiales, en cuanto a composición y contenido de humedad, mediante máquinas adecuadas y hacer las pruebas preliminares para establecer el sistema.

Si se emplean rodillos pata de cabra, el extendido de las capas se hace una sobre otra. Si se emplean aplanadoras neumáticas pesadas debe escarificarse la superficie de la capa terminada antes de tender la otra, para ligar las dos.

Para sub-bases y bases, se usan aplanadoras neumáticas ligeras y aplanadoras de rodillos lisos.

3.17.- RETROEXCAVADORAS Y PALAS MECANICAS

RETROEXCAVADORAS

Las hay de dos tipos

Sobre orugas

Sobre neumáticos

En los tamaños de baja y mediana capacidad, las hay en los dos tipos, y en los tamaños grandes las hay sobre orugas por su gran peso.

Este tipo de máquinas se pueden dotar de accesorios para diversificar sus operaciones. Para efectuar trabajos de: retroexcavador, cargador, bivalva, grúa, perforadora, zanjadora, tendido de tuberías, dragado en puertos y canales, etc.

El grupo de retroexcavadoras se usa principalmente en descantación, excavaciones profundas, construcciones de zanjas anchas, estrechas y trapezoidales, terraplenado y desmonte. En el desmonte puede cortar raíces. En la operación de cargado puede levantar materiales hasta 10 mts., y es capaz de cargar desde arena hasta roca, eficientemente. Como cargador tiene ventajas sobre los cargadores frontales porque no se desplaza ya que su brazo se extiende hasta el material y girando lo descarga en el camión, que lo puede hacer a ambos lados, con lo que el tiempo de ciclo de la máquina

disminuye. (Fig. 3.37)

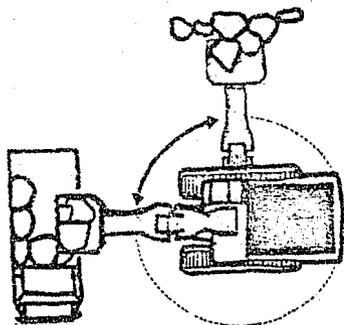


Fig. 3.37

La retroexcavadora usa cucharones de 0.50 mts., hasta 2.00 mts. de ancho y respectivamente con capacidades de 230 lts., hasta 1500 lts., según potencia de la máquina. También tiene un ángulo de alcance vertical de 100° y un esfuerzo de penetración de hasta 10.5 -- Tons.

3.18. - SELECCION DE RETROEXCAVADORAS

Los factores más importantes que se deben tomar en cuenta en el momento de seleccionar este equipo son:

Forma de rodamiento

- a) *Orugas o neumáticos*

Fuerza de excavación

Tiempos de operación

- a) *Corte*
- b) *Ascenso*
- c) *Giro*
- d) *Volteo*
- e) *Descenso*

Motor

- a) *Potencia neta al freno en el volante*
- b) *Diesel o gasolina*
- c) *Gráficas sobre consumos específicos*
- d) *Marca y modelo*

Peso

- a) *Peso de embarque*
- b) *Peso total de operación con accesorios*

Medidas Generales

- a) *Largo total con accesorios*
- b) *Largo sin accesorios*
- c) *Alto máximo con accesorios*

- d) *Ancho*
- e) *Distancia entre ejes*
- f) *Radio de giro exterior mínimo*

Sistema de dirección

- a) *Controles (Hidráulicos, mecánicos, otros)*

Transmisión

- a) *Marca y modelo*
- b) *Tipo (Directo, servo)*

Velocidades

- a) *Avance*
- b) *Retroceso*

Características

- a) *Sistema de giro del brazo (pistones, motor hidráulico)*
- b) *Angulo de giro*
- c) *Profundidad de excavación*
- d) *Alcance máximo desde el eje trasero*
- e) *Altura de descarga*
- f) *Rotación del cucharón (indicar si es ajustable)*
- g) *Posición del cucharón (indicar si es ajustable)*
- h) *Tipo de anclaje (ancho)*
- i) *Capacidad de cucharones instalables*

a) Ancho

b) Volumen

Control Hidráulico

a) Tipo de bomba

b) Capacidad

PALAS MECANICAS

Las palas vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos.

(Fig. 3.38) (Fig. 3 lámina A)

En el caso de las palas sobre orugas, donde más ventajas pueden obtenerse de ellas, son:

- a) *En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.*
- b) *En excavaciones pesadas donde las orugas dan mayor estabilidad y mayor resistencia a las cargas de impacto de la excavación.*
- c) *Cuando el tamaño y peso de las máquinas hace impráctico el uso de neumáticos.*
- d) *Cuando no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.*

En el caso de las palas sobre neumáticos, donde más ventajas pueden obtenerse son:

- a) Cuando sea importante el transporte rápido de un lugar a otro.*
- b) Donde el terreno presente superficies firmes y a nivel, - para permitir movimientos y trabajo sobre neumáticos.*
- c) Donde el uso de orugas sea perjudicial al terreno.*
- d) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.*

La tracción con orugas puede desarrollarse con una velocidad de recorrido de 0.8 a 3.2 Km/hr.

La velocidad de recorrido de las palas sobre neumáticos puede considerarse de 0.8 a 3.2 Km/hr., para máquinas montadas sobre plataformas sin motor propio y de 1.6 a 4.8 Km/hr. para máquinas montadas sobre camiones.

Las palas mecánicas se diseñan para recibir gran diversidad de aditamentos frontales que constituyen su herramienta de trabajo.

Los aditamentos se clasifican en tres grupos.

Anguilon de pala

Anguilon de Grúa

Anguilon de Retroexcavación

Uso de los anguilones:

<i>Tipo de trabajo</i>	<i>Anguilon de Pala</i>	<i>Anguilon Tipo de Grúa</i>	<i>Anguilon Retroexcavador</i>
<i>Pala</i>	<i>uso</i>		
<i>Grúa</i>		<i>uso</i>	
<i>Cable de arrastre (Draga)</i>		<i>uso</i>	
<i>Cucharón de almeja</i>		<i>uso</i>	
<i>Retroexcavadora</i>			<i>uso</i>
<i>Hincadora de pilotes</i>		<i>uso</i>	

Ver Fig. 3.39

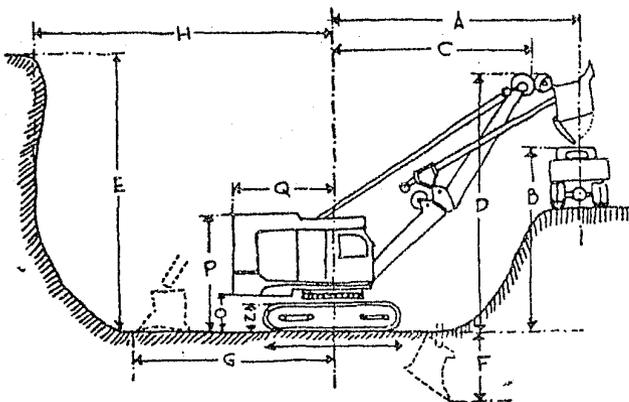
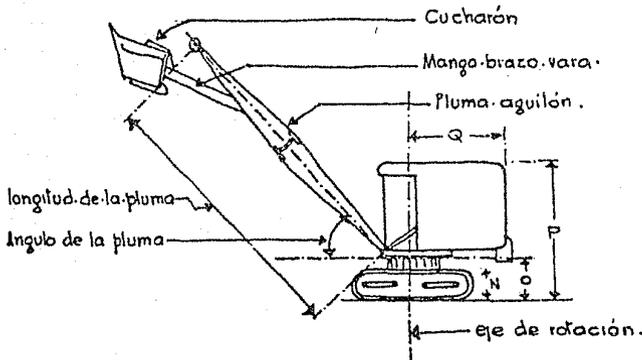
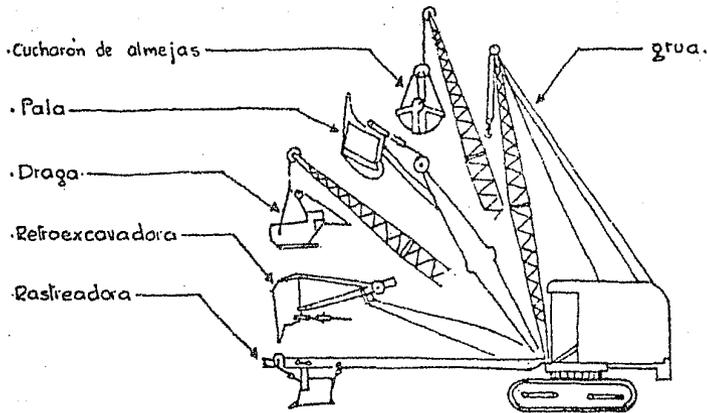
Como puede observarse el uso básico del anguilon de pala es el trabajo de la pala, lo mismo puede decirse del anguilon retroexcavador, por lo que el anguilon tipo grúa sirve para las otras herramientas.

Utilización del anguilon de pala:

El aditamento de pala consiste en un anguilon, brazos de cucharón, el cucharón y el mecanismo para descargar o abrir las compuertas del cucharón.

Los usos más comunes son:

Fig. 3.39 Palas y sus Aditamentos



- A - radio máximo de volteo.
- B - altura del claro para la descarga.
- C - radio de la pluma.
- D - altura de la pluma.
- E - altura máxima de corte.
- F - profundidad máxima del corte debajo del nivel.
- G - radio máximo de corte a nivel de piso.
- H - radio máx de excavación.
- P - altura de la cabina.
- Q - radio de giro de la cabina.

1. - *Excavación de bancos*
2. - *Excavación de cortes (resultan convenientes para el afi-
nado)*
3. - *Descargado sobre pilas de desecho (desperdicios)*
4. - *Carga de unidades de acarreo*
5. - *Descarga a tolvas, cribas, bandas.*

Utilización del anguilon grúa:

*El aditamento del anguilon grúa se usa con gran variedad de dispositi-
vos de carga (cable sencillo y gancho de carga), de carga y excava-
ción (cucharones de almeja, granada, de draga). Con el anguilon ti-
po grúa, se pueden usar bolas rompedoras, hincadoras de pilotes -
de gravedad, martillo de aire para pilotes.*

*El anguilon de grúa se usa también con el cucharón de almeja, para
las excavaciones verticales bajo el nivel del terreno, y para trasla-
dar materiales sueltos de las pilas de almacenaje a las tolvas y los
transportadores.*

Cucharón de Draga en el anguilon grúa.

*El dispositivo consiste en el cucharón de arrastre, cable de izaje y
cable de arrastre con su guía, junto con el anguilon.*

*Los usos más comunes en excavaciones bajo la máquina de materia-
les blandos o desintegrados son:*

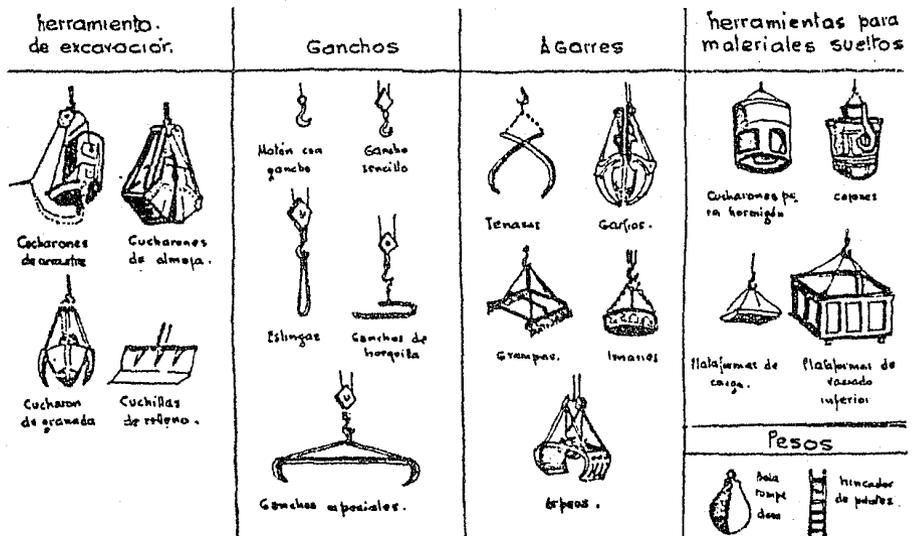
1. - Dragado de grava o arena de río, para formar pilas
2. - Excavación de canales y zanjas así como para limpiarlos
3. - Para despejar la capa vegetal
4. - Carga de depósito de arcilla

Utilización del retroexcavador:

El aditamento retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un anquilón, brazos y refuerzos para el cucharón y el cucharón mismo.

Los usos más indicados en excavación bajo la máquina, pudiendo atacar materiales más duros que la draga son:

1. - Excavación de zanjas y relleno de las mismas
2. - En perfilado o rasanteado del terreno en plano horizontal
3. - Limpieza de cunetas
4. - Descarga del material sobre pilas y carga de unidades de acarreo. (Fig. 3.40)



3.19. - SELECCION DE PALAS

Para la selección de este equipo se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

Forma de rodamiento

- a) *Orugas o neumáticos*

Motor

- a) *Potencia neta al freno en el volante (H.P.)*
- b) *Tipo y número de tiempos*
- c) *Gráficas sobre consumos específicos*
- d) *Marca y modelo*
- e) *R.P.M. máximas*
- f) *Par motor máximo a R.P.M.*

Peso

- a) *Peso de embarque*
- b) *Peso total de operación con accesorios*
- c) *Peso total de operación sin contrapesos y sin accesorios*

Medidas Generales

- a) *Radio máximo de volteo*
- b) *Altura del claro para descarga*
- c) *Radio de la pluma*
- d) *Altura de la pluma*

- e) *Altura máxima de corte*
- f) *Profundidad máxima del corte debajo del nivel*
- g) *Radio máximo de corte a nivel del piso*
- h) *Radio máximo de excavación*
- i) *Altura de la cabina*
- j) *Radio de giro de la cabina*

Transmisión

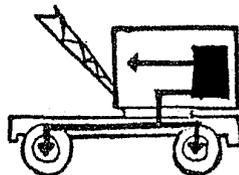
- a) *Marca y modelo*
- b) *Tipo (Directo, servo)*

Convertidor de par motor

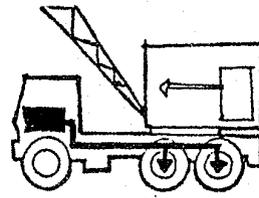
- a) *Marca y modelo*
- b) *Relación*
- c) *Número de pasos*
- d) *Número de fases*



Montaje en orugas



Montaje en ruedas



Montaje de camión

Fig. 3.38 (Sección 2.17)

4.- ESTIMACIONES DE PRODUCCION

4.- ESTIMACIONES DE PRODUCCION

La estimación de producción de las máquinas, consiste en calcular el volumen de material que mueven por unidad de tiempo, lo que es útil para calcular la duración de una obra determinada y sus costos. Este equipo se ve afectado en su producción por diferentes factores, mismos que serán tratados por separado de acuerdo a las características de las máquinas.

Algunos de los siguientes factores se verán involucrados en más de un tipo de maquinaria, por ejemplo: reducción por altitud y temperatura (4.1.2.) entre otras.

4.1.- TRACTORES

4.1.1.- RENDIMIENTO USANDO CUCHILLA RECTA

Dado que el tractor con cuchilla recta (Dozer) es el más usado, pondremos principal interés en este tipo.

Puede calcularse el rendimiento de tractores dotados de cuchilla recta, mediante la fórmula siguiente:

$$V = \frac{C \times E \times 60}{T \times F}$$

Donde:

V Volumen medido en metros cúbicos de material compacto (en ban)

co).

C Capacidad de la cuchilla en metros cúbicos

E Coeficiente de eficiencia de la cuchilla

T Tiempo del ciclo en minutos

F Factor de abundamiento del material.

El coeficiente de eficiencia de la cuchilla (E) depende del tipo de material, condiciones de trabajo, características de la máquina y de la eficiencia del operador.

El tiempo del ciclo (T) consta de tiempos fijos y variables. Entre los primeros, tenemos principalmente los cambios de velocidades que dependen de los operadores y en la práctica se les considera una duración de 10 seg. en promedio.

Los variables dependen de la velocidad y las distancias recorridas, así como del acomodamiento del material al terminar el ciclo.

El rendimiento de estos tractores se ve afectado en parte por la distancia de acarreo, por lo que se recomienda colmar la cuchilla para compensar la pérdida, que se estima en 5% por 25 ó 30 mts. de recorrido.

Puede establecerse como norma, que una cuchilla empuja 1.30 mts. cúbicos por metro cuadrado de cuchilla, para material cuyo peso específico sea 1,600 Kgs./M³. con un 100% de eficiencia.

Si el tractor trabaja en rampas, el volumen comparado con el rendimiento a nivel, disminuye en 3% o aumenta en 6% por cada grado que suba o baje la pendiente, respectivamente.

En cuanto a trabajos de tractores en general pueden darse las siguientes normas:

- a) A mayor velocidad, menor estabilidad*
- b) El rendimiento disminuye cuando la superficie de rodamiento sea irregular*
- c) El equipo adicional como cuchillas, cargadores, etc., provoca diferente balanceo*
- d) Las cargas excesivas, disminuyen efectividad*
- e) Terraplenes o rellenos nuevos, pueden ceder con el peso del tractor*
- f) Superficies rocosas pueden provocar deslizamientos laterales.*

4.1.2.- REDUCCION DE LA EFICIENCIA POR LA ALTITUD Y TEMPERATURA

Tanto la altitud sobre el nivel del mar, como la temperatura atmosférica influyen en la potencia del motor, puesto que determinan el peso específico, presión y enrarecimiento del aire.

TABLA 4.1

ALTITUD EN METROS

TENPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

	12°	32°	21°	15°	10°	4°	-7°
0	95.4	97.1	99.1	100.0	100.8	101.8	103.9
305	92.0	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
610	88.7	90.4	92.1	93.0	93.8	94.8	96.8
915	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1220	82.5	84.0	85.6	86.5	87.3	88.2	89.9
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
1820	76.7	78.1	79.5	80.3	81.1	82.0	83.6
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79.0	80.6
2440	71.2	72.5	73.9	74.6	75.4	76.2	77.6
2745	68.6	69.9	71.3	72.0	72.7	73.4	74.8

REGLAS PRACTICAS DE APLICACION

- 1.- Deducir 1% de la potencia del tractor al nivel del mar a partir de 16° para todas las elevaciones de temperatura de 5°.
- 2.- Aumentar 1% a partir de 16° para todas las disminuciones de temperatura de 5°.
- 3.- Deducir 1% de la potencia del tractor al nivel del mar por cada 100 M. de altitud.

La tabla 4.1 expresa estas influencias.

Los turbocargadores en los motores Diesel compensan mucho esa reducción, en el aire enrarecido por el aumento de la velocidad del rotor hasta limitarla por la reducción de la inyección del combustible del motor.

Las máquinas con motores Diesel con turbocargador, no están afectadas en su tracción en la llanta o en su tracción en la barra, debido a la altitud, como acontece con los otros motores. En la operación a grandes altitudes un cambio en la bomba de inyección en la toma de combustible, debe hacerse para reducir su entrada al motor y prevenir un exceso de velocidad nociva al turbocargador, así como una excesiva baja de temperatura.

4.1.3. - VELOCIDADES USUALES

La resistencia durante la excavación de la tierra puede ser aproximadamente un 70% de la potencia del tractor, para una velocidad de 6 m/seg., o el 60% para 7.6 m/seg.

La resistencia de fricción llevando carga, varía considerablemente para diferentes materiales y condiciones del terreno.

Para el peso del material suelto en kilogramos delante de la cuchilla, se admite cualquier resistencia adicional durante el viaje, en --

kilogramos como aceleración, dirección, desaceleración, derrape de la máquina. La velocidad usual puede ser entonces estimada en la tabla 4.2

VELOCIDADES USUALES PARA EMPUJADORES CON ORUGAS

Un empujador con oruga carga con la cuchilla y lleva el material -- hasta el lugar requerido.

La resistencia por la fricción llevando carga, varía considerable-- mente para diferentes materiales y condiciones del terreno. Ahora podemos estimar las velocidades usuales en la tabla 4.2

RESISTENCIA O AYUDA EN EL VIAJE

La resistencia (TR) o ayuda (TA) es la suma de las fuerzas que re-- sisten o ayudan al movimiento, a una velocidad constante de las uni-- dades de acarreo autoimpulsadas y de tractores, excluyendo los tra-- bajos de carga, tracción o empuje. Ellos son:

(RR) Resistencia al rodamiento

(GR) Resistencia por la pendiente

(GA) Ayuda por la pendiente

La resistencia por el viento no es un factor que intervenga en el - - equipo de construcción fuera de carretera.

TABLA 1.2

VELOCIDADES USUALES PARA ACARREOS DE IDA Y REGRESO DE EMPUJADORES CON ORUGAS

TIPO	HACIA ADELANTE (ida)	REGRESO (en reversa)
<u>TRANSMISION AUTOMATICA</u>	<p><u>Excavación de 6 M.:</u> Para CF de tiempo de carga a MPH para DBP usual no menor de 70% del peso en libras del tractor empujador.</p> <p><u>Acarreo a la distancia total:</u> A PH para un DBP usual relacionado con la resistencia de la carga en kilogramos y el recorrido.</p> <p>Se ignora la longitud de la excavación.</p> <p><u>Peso del material en banco x factor de corrección en banco x capacidad de la cuchilla x coeficiente de fricción del material DBP en libras requerida para el acarreo.</u></p> <p>Agréguese; 0.1 minuto por la descarga.</p>	<p><u>Regreso de 30 M.:</u> A 2.2 Km. p.h., o menor si se obliga por las condiciones del trabajo o por lentitud de la velocidad obligada por el engranaje de reversa (agréguese 3 M. para reponer el tiempo.)</p> <p><u>Los 15 M. siguientes:</u> No transite a más de 31 Km. p. h. o menor si la velocidad por ir en reversa es no mayor que 3.4 Km. p.h.</p> <p><u>A más de 46 M.:</u> Usése una velocidad práctica para el trabajo, en reversa, pero no mayor que la velocidad tope, reduciendo un 5% por cada 0.6 Km. p. h. mayor de 2.5 Km. p. h.</p>
<u>TRANSMISION DIRECTA</u>	<p><u>Excavación de 7.5 M.:</u> Al 80% de los Km. p. h. recomendados en la transmisión con un DBP máximo no menor que el 60% del peso del tractor empujador.</p> <p><u>Los siguientes 23 M. de acarreo:</u> A los Km. p. h., recomendados con el engranaje de excavación con transmisión automática (no se use la manual).</p> <p><u>La siguiente distancia mayor de 30 M.:</u> A una velocidad en la transmisión con la tracción recomendada no menor que la resistencia por la carga en el viaje en Kgr., pero con el CF de tiempo debe ser agregado por transmisión manual, si es más.</p> <p>Agréguese; 0.1 minutos para la descarga.</p>	<p><u>30 M. de regreso:</u> Regresar en reversa a la velocidad de - de transmisión manual. (Agréguese 3 - M. para reponer el tiempo).</p> <p><u>Más de 30 M.:</u> Usése la transmisión de reversa práctica para el trabajo, imprimiendo los Km. p. h. recomendados si es que no es mayor que la propia de la máquina.</p> <p><u>H. P. neta en el volante</u> Peso del tractor empujador en tons.</p>

NOTA: Para reversa en pendientes muy escarpadas, use una velocidad no mayor que la usual para una DBP igual o mayor que el GR RR total en libras.

TABLA 4.3

RESISTENCIA TIPICA AL RODAMIENTO EN PORCIENTO DEL PESO TOTAL DE LA MAQUINA EN VARIAS SUPERFICIES DE TERRENO.

Material y Condiciones de la Superficie	RR-% Resistencia al rodamiento	
	Con llantas neumáticas (Tracción en la llanta).	Con orugas (Tracción en la barra)
Concreto rugoso y seco .	2 %	0 %
Foso de cantera .	2 %	0 %
Tierra suave compactada y grava con buen mantenimiento -no penetran las llantas.	2 %	0 %
Tierra suave y seca - muy bien compactada - ligera penetración de las llantas.	3 %	0 %
Tierra firme; penetración de las llantas, aproximadamente 2.5 - cms.	4 %	0 %
Terreno firme con rodadas marcadas - penetración de las llantas aproximadamente 5 cms.	5 %	1 %
Terraplén de tierra suave, penetración de las llantas aproximadamente 10 cms.	8 %	3 %
Arena mojada o fangosa	9 %	4 %
Arena suelta y grava	10 %	5 %
Tierra con rodadas profundas, base esponjosa - penetración de las llantas aproximadamente 10 cms.	16 %	7 %

TABLA 4.4

COEFICIENTE DE FRICCIÓN ESTÁTICA (Tierra sobre tierra)

<i>Arena seca, arcilla, tierra mezclada</i>	<i>0.4 á 0.7</i>
<i>Arcilla húmeda</i>	<i>1.0</i>
<i>Arcilla mojada</i>	<i>0.31</i>
<i>Grava</i>	<i>0.8 á 1.1</i>

4.2.- ESCREPAS Y MOTOESCREPAS

Dado que la principal función de este equipo es el corte, acarreo y esparcimiento del material, se verán los factores y forma de estimación respectiva.

Además de los factores que se verán a continuación, hay que tomar en cuenta los puntos 4.1.2. - y 4.1.4. - de la anterior sección.

4.2.1.- FORMULA BASICA PARA ESTIMAR LA PRODUCCION HORARIA DE LAS MAQUINAS

Cuatro factores básicos afectan la producción de movimiento de tierra y material manejado por máquinas. Estos cuatro factores son:

- a) Eficiencia Horaria*
- b) Factor de Contracción en banco para material suelto*
- c) Capacidad colmada de la máquina*
- d) Tiempo del ciclo de la máquina*

Teniendo en cuenta estos cuatro factores, la producción horaria de

las máquinas puede estimarse por la siguiente fórmula básica:

$$P = \frac{E \times I \times C \times IH}{T}$$

- P Producción en unidades de volumen por hora (en banco)
E Eficiencia horaria en minutos de trabajo por hora (de reloj)
I Factor de contracción en banco para material suelo cargado
C Capacidad colmada de la máquina en unidades de volumen
T Tiempo del ciclo de la máquina en minutos
IH Carga neto de la máquina en kilogramos \div W

$$\text{PRODUCCION EN TONELADAS POR HORA} = P \times \frac{W}{1000}$$

W Peso del material en kilogramos por M³ (en banco)

EFICIENCIA HORARIA

Pocos trabajos de construcción se ejecutan con una eficiencia de -- 100% en la cual una hora completa de 60 minutos de trabajo es utilizada por cada máquina en el trabajo, esto se debe a las inevitables demoras de tiempo en trabajos de construcción por ajustes de la máquina, lubricación, cambio de cables y paradas efectuadas por el -- operador. Otras demoras se deben a espera, a causa del uso de explosivos, desviaciones en el tránsito, reparaciones o conservación de caminos y cierto desequilibrio por la intervención del equipo de ayuda.

Para tener en cuenta estas pérdidas normales de tiempo, es usualmente aplicada una eficiencia horaria reduciendo la producción estimada de la máquina.

Los trabajos en los que se usen unidades de acarreo con llantas -- neumáticas operan normalmente según la cuota de 45 minutos de tiempo de trabajo por cada hora de 60 minutos (de reloj), o sea con una eficiencia de 75%.

En la tabla 4.5 se muestran EFICIENCIAS en minutos de trabajo a plena capacidad por "hora de reloj", que son aplicables a la mayor parte de los trabajos pesados de construcción usando equipos con orugas o con ruedas con llantas neumáticas.

TABLA 4.5

Máquina	Óptimo	Promedio	Desfavorables y operando de noche
Tractor equipado con orugas	55 min/h.	50 min/h.	45 min/h.
Tractor equipado con ruedas con llantas neumáticas	50 min/h.	45 min/h.	40 min/h.
Cargadores y empujadores (loaders y dozers) dotadas con grandes ruedas y llantas neumáticas	50 min/h.	45 min/h.	40 min/h.
Cargadores dotados con pequeñas ruedas con - -			

<i>Máquina</i>	<i>Óptimo</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desfavorables y operando de noche</i>
<i>Llantas neumáticas.</i>	<i>55 min/h.</i>	<i>50 min/h.</i>	<i>45 min/h.</i>

CONTRACCION EN BANCO

Un metro cúbico de arcilla húmeda pesa aproximadamente 1,800 kilogramos. Cuando se carga en una escrepa o en una pala de arrastre el mismo metro cúbico de arcilla húmeda ocupará un volumen de $1\frac{1}{3} m^3$ en la escrepa o en el cucharón. Esto se debe al hecho de que cuando se desintegra el material por el corte al fracturarse, se esponja por el aire que se introduce en las grietas de la palada aumentando su volumen y ocupando un espacio mayor. Esto es conocido como abundamiento del material.

La arcilla húmeda, normalmente abunda 25% cuando es cargada. Entonces si se aplica un factor de contracción de 0.75, el material cargado dará el equivalente del volumen EN BANCO que deba ser movido por una máquina. La tabla 4.6 muestra tanto el peso por unidad de volumen medido en banco como el factor de contracción para materiales comunmente encontrados en trabajos de construcción.

TABLA 4.6

FACTOR DE CORRECCION POR CONTRACCION EN BANCO PARA VARIOS MATERIALES, SUS PESOS
TAMBIEN EN BANCO Y ANGULOS DE REPOSO DE ESTOS MATERIALES SUELTOS.

MATERIALES .	Angulo de Reposo máximo aproximado. Material Suelto.	Peso aproximado en Banco		Abundamiento en % para material suelto.	Factor de Corrección aproximada en Banco.
		Lbs./ Yd ³ .	Kg./M ³ .		
Cenizas (carbón duro)	2.0:1	700-1000	413-590	7.5 %	0.93
Cenizas (carbón suave)	3.0:1	1080-1215	637-717	7.5 %	0.93
Bauxita	1.0:1	2700-4325	1593-2552	33.3 %	0.75
Arcilla Seca	2.0:1	2300	1357	17.6 %	0.85
Arcilla ligera	2.0:1	2800	1652	25.0 %	0.80
Arcilla húmeda	1.0:1	3000	1770	33.3 %	0.75
Antracita	1.2:1	2450	1298	35.0 %	0.74
Carbón bituminoso	1.2:1	2000	1121	35.0 %	0.74
Carbón para calderas (compactado)	1.2:1	1890	1115	39.0 %	0.72
Mineral de cobre	1.0:1	3800	2242	35.0 %	0.74
Tierra seca	2.0:1	2700	1652	25.0 %	0.80
Tierra húmeda	1.0:1	3000	1988	25.0 %	0.80
Tierra saturada	2.0:1	3370	1988	17.6 %	0.85
Tierra con arena y grava	2.0:1	3100	1829	11.0 %	0.90
Yeso		4300	2527	75.0 %	0.57
Grava seca	2.0:1	3250	1918	12.3 %	0.89
Grava húmeda	2.0:1	3600	2124	13.6 %	0.88
Granito	1.0:1	4600	2655	49.0-79.0 %	0.67-0.56
Mineral de hierro, hematita	1.0:1	6500-8700	3835-5133	122.0 %	0.45
Caliza dinamitada	2.0:1	4200	2478	67.0-75.0 %	0.60-0.57
Limo	2.0:1	2700	1593	21.5 %	0.83
Lodo seco	1.0:1	2160-2970	1274-1752	21.5 %	0.83
Lodo moderadamente compactado	1.0:1	2970-3510	1752-2071	21.5 %	0.83
Roca y piedra triturada	2.0:1	3240-3920	1912-2313	35.0 %	0.74
Arena seca	3.0:1	3050	1918	12.3 %	0.89
Arena húmeda	2.0:1	3500	2124	15.0 %	0.87
Roca suave (shale)	1.0:1	3000	1770	66.7 %	0.60
Pizarra	1.0:1	4590-4860	2708-2867	66.7 %	0.60
Roca ignea (Trap)	1.0:1	5075	2994	64.0 %	0.61

NOTA: Siempre que la carga de material sea efectuada por palas y dragas o elevadores de conformadoras, este material será de menor densidad y de menor peso que el material movido por motoescrepas o escrepas remolcadas con tractor. Para compensar esta diferencia cuando se llegue al fin de la carga, multiplíquese el volumen del material por los siguientes factores de corrección en banco: .90 para materiales arenosos, .80 - para materiales húmedos y .70 para materiales arcillosos.

FORMULA PARA DETERMINAR EN VOLUMEN EN BANCO CARGADO POR UNA MAQUINA:

$$\begin{array}{l} \text{FACTOR DE} \\ \text{CORRECCION EN} \\ \text{BANCO PARA} \\ \text{MATERIAL CARGADO} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{CAPACIDAD} \\ \text{COLMADA} \\ \text{DE LA} \\ \text{MAQUINA} \end{array} = \begin{array}{l} \text{VOLUMEN DEL} \\ \text{MATERIAL} \\ \text{CARGADO} \\ \text{EN BANCO.} \end{array}$$

CAPACIDAD COLMADA DE LA MAQUINA

Las capacidades colmadas de las motoescrepas, cargadores de orugas y de neumáticos están anotados en las hojas de especificación de éstas máquinas. Sin embargo la capacidad de los tractores empujadores no aparece debido al variado comportamiento de los materiales cuando son empujados.

Según la Society of Automotive Engineers (SAE), la capacidad estandar colmada como aparece en las hojas de especificaciones para máquinas, está basada en ángulos de reposo 1:1 del material cargado en escrepas y ángulos de reposo 2:1 para cajas de acarreo y cucharones cargadores.

La diferencia en la capacidad colmada según SAE sobre la capacidad rasada debe estimarse en relación inversa al cambio de los ángulos de reposo.

CORRECCION DEL VOLUMEN DE MATERIAL EN BANCO PARA LA SOBRECARGA EN PESO.

La capacidad asignada para la carga en peso (libras o kilogramos) se muestra en las hojas de especificación de las máquinas. Cuando se trata de materiales pesados que pueden colmar las cajas aumentando el peso, la capacidad estimada en volumen del material en banco puede ser limitada conforme a la capacidad de carga aceptada, en peso, como sigue:

$$\frac{\text{CAPACIDAD ACEPTADA DE CARGA DE LAS MAQUINAS EN KILOGRAMOS.}}{\text{PESO DEL MATERIAL EN BANCO.}} = \text{VOLUMEN MAXIMO DE LA CARGA, MEDIDO EN METROS CUBICOS EN BANCO.}$$

TIEMPO DEL CICLO DE LA MAQUINA

El tiempo requerido por una máquina para ser cargada y moverse hasta el lugar de descarga y regresar al lugar de carga se llama tiempo del ciclo y se expresa usualmente en minutos. Por lo tanto, el tiempo del ciclo es la suma de los factores del tiempo de recorrido y de los factores de tiempo fijo.

Factores de tiempo de recorrido

Peso de la máquina
Resistencia al rodamiento
Resistencia por la carga
Tracción usada
Velocidad promedio usada

Factores de tiempo fijo

Colocación
Carga
Virajes
Inversión del sentido de la dirección del viaje.

Los factores del ciclo pueden ser observados o calculados. Rara vez se aplicarán todos a una máquina cualquiera en un trabajo dado. Cuando sean aplicables sin embargo, deben determinarse sus valores y sustituirlos en la fórmula básica.

4.2.2.- APLICACION DE LA FORMULA BASICA "EN LA OBRA"

Frecuentemente es posible estimar la producción horaria de las máquinas por su observación en el trabajo y entonces aplicar los cuatro factores de producción en la fórmula básica. Ordinariamente, aún cuando los resultados pueden ser solamente aproximados al rendimiento real de la máquina, esos factores pueden ser utilizados para determinar:

- a) Volumen aproximado horario o diario movido
- b) Número aproximado de días para completar el trabajo si varían las condiciones.

La fórmula básica puede también ser usada en la obra para conocer:

- a) La relación entre la capacidad estimada de la máquina (IH) y el tiempo del ciclo (T) en términos de producción.
- b) La producción estimada de diferentes máquinas trabajando en la misma obra:

$$P = E \frac{IH}{T}$$

4.2.3. - APLICACION DE LA FORMULA BASICA EN TRABAJOS FUTUROS

Frecuentemente no es posible observar una máquina para estimar su producción. En estos casos deben ser usados los factores: EFICIENCIA HORARIA (Tabla 4.5), FACTOR DE CORRECCION EN BANCO para material cargado y CAPACIDAD COLMADA DE LA MAQUINA, que deben ser usadas como cuando se estima la producción de las máquinas observadas "en el trabajo". Entonces EL -- TIEMPO DEL CICLO (ambos, el tiempo fijo y el del viaje) deben ser calculados y su valor sustituido por "T" en la fórmula básica.

4.2.4. - TIEMPO DEL CICLO DEL VIAJE

El tiempo del ciclo del viaje para una máquina puede ser determinado sumando los tiempos (en minutos) para el acarreo con la máquina cargada y el regreso con la máquina vacía usando la fórmula siguiente:

$$\text{TIEMPO DEL VIAJE (en mins.)} = \frac{\text{DISTANCIA (D)}}{K.P.H. \times (16.66)} \text{ en la que:}$$

D Distancia de acarreo en metros para máquina con llantas neumáticas o distancia de acarreo para empujadores - - - (Dozers) y Palas cargadoras o de arrastre.

K.P.H. Kilometros por hora

16.66 Distancia en metros recorrida en un minuto cuando la velocidad es de 1 K.P.H. (una kilómetro por hora)

Para determinar K.P.H., bajo las condiciones específicas de un trabajo para una máquina dada, en la fórmula del tiempo del viaje, es necesario considerar los factores del tiempo del ciclo, anotados a continuación y descritos en las páginas siguientes bajo estos rubros:

Peso de la máquina

Resistencia en el viaje (TR) o ayuda en el viaje (TA)

Coefficiente de fricción

Tracción estática usada, (tierra sobre tierra)

Velocidad usada (empujadores con orugas)

Velocidad usada (unidades de carga con llantas neumáticas)

4.2.5. - TRACCION USUAL

La tracción en la llanta (RP) para unidades de acarreo auto-propulsadas dotadas con llantas neumáticas y la tracción en la barra (DBP)

para tractores con oruga aparece en las hojas de especificaciones de cada máquina.

La tracción en la barra difiere de la tracción en la llanta, en que la resistencia al rodamiento en tierra firme a nivel ha sido deducida para un tractor con empujador.

La tracción usual máxima está limitada por el excesivo deslizamiento o derrape de las ruedas o de la oruga. Ambos dependen del peso total de la máquina sobre las ruedas motoras o sobre las ruedas motoras o sobre las orugas y del coeficiente de tracción para las condiciones del terreno como sigue:

$$\begin{array}{l} \text{TRACCION EN LA} \\ \text{LLANTA (RP) MAX} \\ \text{IMA USUAL O (DBP)} \\ \text{EN Kg.} \end{array} = \begin{array}{l} \text{PESO DE LA} \\ \text{MAQUINA SOBRE} \\ \text{LAS RUEDAS} \\ \text{MOTRICES U ORU} \\ \text{GAS EN Kg.} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{COEFICIENTE} \\ \text{DE} \\ \text{TRACCION} \end{array}$$

4.2.6. - VELOCIDADES USUALES PARA UNIDADES DE ACARREO DOTADAS CON LLANTAS NEUMATICAS.

Frecuentemente a causa de lo corto de las distancias de acarreo, por las paradas y los cambios, por descansos del operador, por la aceleración, la desaceleración, los derrapes y otras causas de retardo, no es posible alcanzar o mantener una velocidad máxima que sin estos inconvenientes podría obtenerse.

Por lo tanto, para ajustar correctamente velocidades máximas obtenibles y convertirlas a velocidades usuales, pueden aplicarse ventajosamente los factores de velocidad consignados en la siguiente tabla:

TABLA 4.7

FACTORES PARA CONVERTIR VELOCIDADES MAXIMAS DE UNIDADES DE ACARREO A VELOCIDADES USUALES.

<i>Longitud en metros de los tramos de acarreo</i>	<i>Factores de Velocidad</i>
61 - 152	.40 - .80
152 - 305	.46 - .80
305 - 455	.59 - .82
455 - 610	.65 - .82
610 - 760	.69 - .82
760 - 915	.73 - .83
915 - 1070	.75 - .84
1070 - 1220	.77 - .85

Las velocidades máximas se pueden convertir en velocidades usuales con el uso de esta fórmula:

$$\text{KPH USUAL} = \text{KPH MAXIMA} \times \text{FACTOR DE VELOCIDAD}$$

Los KPH máximos son aquellos en los que la tracción en la llanta en kilogramos, consignada en la hoja de especificación es igual a la resistencia al tránsito en kilogramos para la máquina cargada y para la máquina vacía.

Las hojas de rendimiento también indican las pendientes en por ciento sin la resistencia por rodamiento para comprobar los requisitos de la tracción en la llanta y para estimar rápidamente la máxima velocidad posible de la resistencia al tránsito en el trabajo en por ciento.

Para el caso de estas máquinas conviene hacer hincapié en los siguientes puntos:

CICLO DE LA ESCREPA

Consta de tiempos fijos y de recorrido:

Tiempos fijos:

- | | |
|---------------------------------|--|
| <i>1.- Carga</i> | <i>Que varía de 1 á 2 minutos, de acuerdo con el tamaño de la escrepa y para tierra común.</i> |
| <i>2.- Extendido</i> | <i>Debe considerarse un tiempo óptimo de 0.50 min.</i> |
| <i>3.- Vueltas</i> | <i>Cada una debe darse en 0.25 min.</i> |
| <i>4.- Cambios de Velocidad</i> | <i>Deben hacerse en 0.125 min.</i> |

Tiempos de recorrido:

- 1.- *Considera distancias de acarreo y regreso y velocidades de la máquina (Figs. 4.1 y 4.2).*

Las distancias de acarreo y regreso deben variar en condiciones normales de 4.8 á 8 Kms.

CICLO DE LA ESCREPA

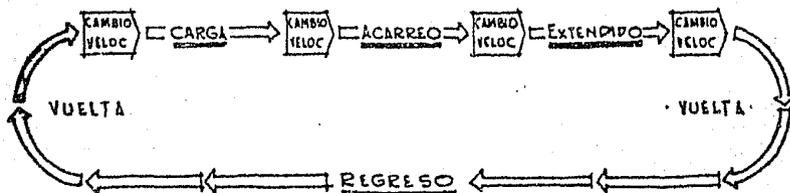


Fig. 4.1

Formas de efectuar los ciclos .

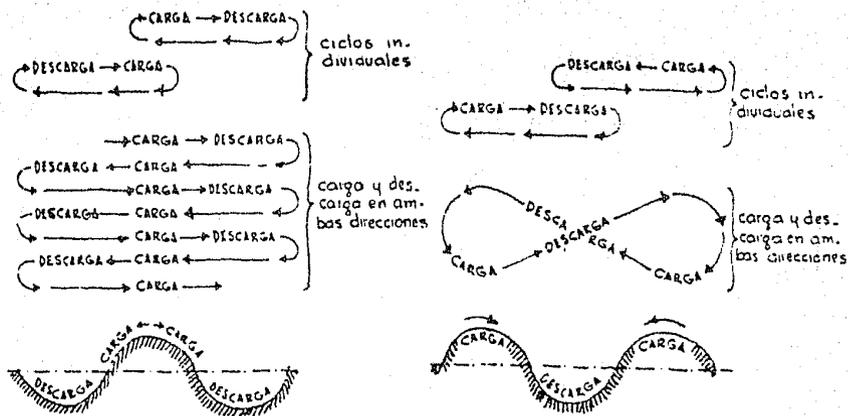


Fig. 4.2

PRODUCCION DE LA ESCREPA

Para obtener la productividad de la escrepa debemos tomar en cuenta la carga útil medida en banco que puede ser aproximadamente de 80 á 85% de la capacidad del cucharón de la escrepa. El material -- útil cargado por unidades empujados en tandem puede ser de 95% á 100% de la capacidad del cucharón de la escrepa y por último, debemos tomar en cuenta el coeficiente de abundamiento del material, -- con lo que obtendremos el volumen en material compacto en corte.

La potencia del tractor que debe aplicarse a las escrepas varía - según su capacidad:

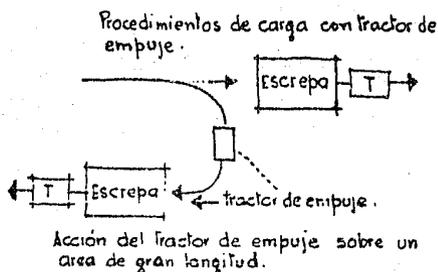
TABLA 4.8

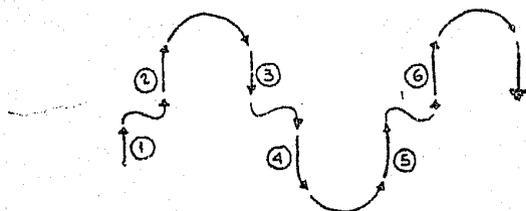
Capacidad de escrepa (en M3.)	Potencia del tractor (H.P.)
4.6	75 á 110
6.1	75 á 110
7.6	90 á 130
9.2	90 á 130
11.2	130
15.3	130 con tractor de empuje
19.1	130 con tractor de empuje

El procedimiento de trabajo con las escrepas en carga con tractor de empuje se recomienda según la figura 4.3.-

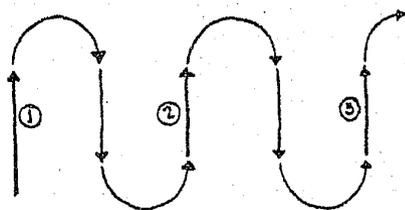
Para calcular el número de escrepas por tractor o tractores se -- usa la siguiente fórmula:

$$\text{No. de escrepas} = \frac{\text{Tiempo de ciclo de la escrepa}}{\text{Tiempo de ciclo del tractor}}$$





• La ventaja del dispositivo está en la posibilidad para el tractor de cargar dos escrepas sucesivamente.



El tractor de empuje se ve obligado a regresar y cambiar dos veces de dirección para empujar las escrepas.

Fig. 4.3

CICLO DE LA MOTO-ESCREPA

La forma del cálculo es igual a la que se usó en la de tractor y escrepa.

Debe tenerse en consideración:

- 1.- Distancia entre los lugares de carga y descarga. Teniendo en cuenta que la moto-escrepa es eficiente solamente para distancias de 300 á 1200 mts. que pueden ser recorridos rápidamente.

- 2.- *Tiempo fijo.- Carga (0.70 min. a 1.0 min.)*
Descarga (0.60 min. a 0.75 min.)
Vueltas (0.40 min.)
Aceleraciones (0.30 min.)

Las resistencias al rodamiento y la pendiente son las vistas para los tractores.

PRODUCCION DE LA MOTO-ESCREPA

Se usa el mismo criterio, tablas y fórmulas que para las escrepas empujadas y/o jaladas.

4.2.7.- PESO DE LA MAQUINA

Los pesos bruto y de vacío de la máquina deben determinarse para llegar a obtener la velocidad a la que debe moverse la máquina. El peso bruto es el peso de operación vacía más el peso de la carga -- aceptado, se muestran en las hojas de especificación para acarreos. El peso real aceptado para pago (pay Load) puede determinarse pesando la máquina vacía y cargada en el trabajo.

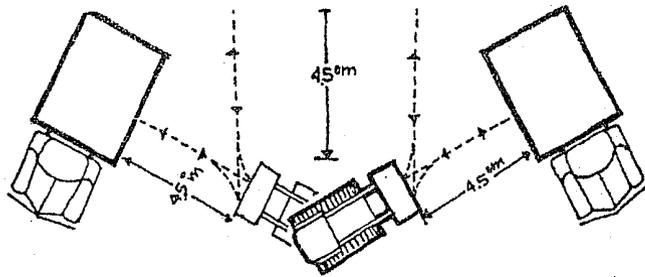
El peso aceptado puede también estimarse con la fórmula siguiente:

$$\text{PESO ACEPTADO (EN KGS.)} = \frac{\text{CARGA EN MTS. CUBICOS EN BANCO}}{\text{PESO DEL MATERIAL EN BANCO EN KGS.}}$$

4.3. - CARGADORES

Para este equipo debemos tomar en cuenta el ciclo de carga y la eficiencia de la misma, además se toman en cuenta los puntos 4.1.2. - 4.1.4. - y del 4.2.1. - al 4.2.7. - de las anteriores secciones.

Tractor pala forma correcta y eficiente para cargar BANCO



Para carga de camiones con palas, se usa también este procedimiento.

Fig. 4.4

4.3.1. - CICLO DE CARGA

Incluye los tiempos de carga, levantamiento, maniobras de tránsito y descarga. Este tiempo de operación normal puede considerarse con un promedio de 0.60 minutos con 100% de eficiencia.

Incluye los tiempos de recorrido (cargado y descargado).

4.3.2. - EFICIENCIA DE LA CARGA

Tomando el material de un banco o pila de almacenamiento, como se muestra en la Fig. 4.4, debe procurarse que la distancia de recorrido sea la mínima posible que puede fijarse de 4.50 mts.

Las unidades de carga deben colocarse en forma tal, que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible, no debiendo ser mayor de 90°

Conviene tener el frente del banco de amplitud suficiente para las unidades de transporte, con objeto de evitar pérdidas de tiempo en el acomodo.

El terreno en el cual se mueven los tractores y palas debe ser firme y lo más plano posible; piedras y bordos restan la eficiencia y producen balanceos fuertes, sobre todo cuando se lleva el cucharón cargado y alto.

Teniendo el tiempo de duración del ciclo del cargador, coeficiente de abundamiento del material y la capacidad del cucharón podemos estimar la productividad horaria de la máquina.

Las capacidades estándar de los cucharones para cargadores frontales son:

De 0.50 á 2.00 mts. de ancho, de 230 á 1500 lts. de capacidad, según capacidad de la máquina.

4.4. - MOTOCONFORMADORAS

Al analizar estas máquinas, además de los siguientes puntos, hay que tomar en cuenta la reducción de eficiencia por altitud (punto -- 4.1.2.) y la tracción usual (punto 4.2.5.), anteriormente analizadas.

4.4.1. - TIEMPO DE CICLO PARA MOTOCONFORMADORAS

Para poder obtener el tiempo de ciclo de una motoconformadora necesitamos saber el número de pasadas que efectúa la máquina, que dependerá del tipo de terreno y que inherentemente tendrá sólo una velocidad adecuada, recomendable para efectuar el trabajo.

Con los puntos de vista anteriores y teniendo la eficiencia de la máquina que se ve afectada por la pendiente del terreno que define la velocidad de transmisión, la rugosidad del terreno y la condición compacta o suelta del terreno.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, podemos anotar que el tiempo de ciclo de una motoconformadora viene dado por:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times E} + \frac{N \times L}{V_2 \times E}$$

Siendo:

N Número de pasadas (se debe conocer al determinar la naturaleza del trabajo)

L Longitud recorrida en cada pasada (debe ser estimada con la clase de trabajo)

E Factor de eficiencia (varía de acuerdo con las condiciones de trabajo)

*V*₁ y *V*₂ Velocidades para cada parada

4.4.2. - VELOCIDADES DE TRANSMISION

Las velocidades de transmisión recomendables para los diversos trabajos son:

TABLA 4.9

TRABAJO	VELOCIDADES
Conservación de caminos	3a. á 5a.
Extendido de materiales	2a. á 4a.
Mezcla de materiales	4a. á 6a.
Alineamiento de taludes	1a.
Desyerbes	1a. á 2a.
Acabados finales	2a. á 4a.

4.5. - COMPACTADORES

Por las características de este equipo y la forma en que realiza el trabajo, no se puede determinar una productividad, de una manera sencilla, debido al gran número de factores que intervienen en la operación de compactación.

Sin embargo, podemos decir que el número de pasadas va en relación directa con el grado de compactación obtenido y con el tipo de material específico de cada obra.

Por lo que se recomienda hacer pruebas de campo para obtener el peso volumétrico seco deseado en cada caso para establecer una relación con el número de pasadas y con esto la productividad.

También se tiene presente los puntos 4.1.2. y 4.2.5. relativos a la reducción de la eficiencia por altitud y tracción usual respectivamente. El segundo solo para compactadores sobre neumáticos.

4.6. - DRAGAS, RETROEXCAVADORAS Y PALAS MECANICAS

Para estimar la producción de estas máquinas debemos tomar en cuenta todos los factores que intervienen en las escrepas y motoescrepas, además de los siguientes puntos.

4.6.1. - ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE TRABAJO

$$\text{Productividad Horaria} = \frac{3600 \times Q \times E \times K}{T \times F}$$

- 3600 : Segundos por hora
- Q : Capacidad del cucharón en yardas o metros cúbicos
- F : Factor de abundamiento del material excavado
- E : Relación del tiempo efectivo al nominal del trabajo.
- K : Relación del volumen realmente cargado al volumen nominal del cucharón.
- T : Tiempo total del ciclo en segundos

- 1.- La capacidad del cucharón se expresa como la CAPACIDAD A RAS
- 2.- La capacidad del cucharón se expresa en unidades cúbicas sueltas.
- 3.- "E" toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible (se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el operador descansa, etc.). En condiciones ideales y con operadores diestros, puede usarse 0.80 para E; pero varía en cada condición de trabajo. El valor usual de "E" es de 0.60

TABLA 4.10

DETERMINACION DE "K"

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA.	95% al 100%	85% al 90%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE.	95% al 100%	85% al 90%

MATERIALES REGADOS, SUELTOS, FLOJOS, MATERIALES QUE LLENAN EL CUCHARON COMPLETAMENTE Y FRECUENTEMENTE PROPORCIONAN CAR --

MATERIALES DUROS QUE NO REQUIEREN VOLADURA, PERO QUE SE FRAGMENTAN EN PEDAZOS GRANDES PRODUCIEN

EXCAVACION

FACIL

MEDIANA

GAS COLMADAS

La sobrecarga compensa el abundamiento del material

DO VACIOS EN EL CUCHARON

ARENA SECA O GRAVA PEQUEÑA
ARENA MOJADA O GRAVA PEQUEÑA
TIERRA SUELTAARCILLA SECA O MOJADA
GRAVA GRUESA
TIERRA COMPACTA

FANGO

BRAZAS O CENIZAS

MATERIAL BIEN VOLADO

EXCAVACION

MEDIA DIFICIL

DIFICIL

FACTOR DEL CUCHARON DE LA
PALA

70% al 80%

50 % al 70%

FACTOR DEL CUCHARON DE
DRAGA DE ARRASTRE

65% al 75%

40% al 65%

MATERIALES QUE REQUIEREN VOLA
DURA CON BAJO CONSUMO DE EXPLÓ
SIVOS POR M3. PERO VOLUMINOSOS
Y ALGO Duros DE PENETRACION, PRO
DUCIENDO VACIOS EN EL CUCHARON.ROCA VOLADA, TIERRA ENDURE
CIDA Y OTROS MATERIALES QUE
SON DIFICILES DE PENETRAR Y
PRODUCEN GRANDES VACIOS EN
EL CUCHARON.CALIZA BIEN QUEBRADA, ROCA ARE
NOSA Y OTRAS ROCAS BIEN VOLADAS.
ESQUISTO VOLADO

ESQUISTO DURO

VOLADOS

ARCILLA PEGAJOSA, MOJADA Y PESA
DA

CALIZA

EN GRANDES

GRAVA CON PIEDRAS GRANDES

ARENISCA

PEDAZOS MEZ

GRAVAS CEMENTADAS.

CONGLOMERADO

CLADOS CON

ROCA DE CALICHE

FINOS Y TIERRA.

ARCILLA DURA QUE SE RASPA DEL
BANCO.CUIDADO EN LA OPERACION

- 1.- NO SOBRECARGAR LA MAQUINA
- 2.- NO AUMENTAR LA VELOCIDAD DEL MOTOR

AUMENTA EL DESGASTE.

PARA EVITAR GOLPES VIOLENTOS.
REPERCUTEN AL BOTALON, MANGO, CABLES,
TAMBORES, BASTIDOR, MESA GIRATORIA,
PERNO CENTRAL, ORUGAS.

- 3.- NO SE PERMITA QUE EL CUCHARON GOLPEE
CONTRA EL SUELO O LA ORUGA.

PROVOCA TORCEDURAS Y TENSIONES EN EL
MANGO Y EN LOS PERNOS.

4.6.2. - TIEMPO DE CICLO

Las siguientes operaciones constituyen el ciclo del trabajo.

- | | | | |
|-----|------------|-----|---------------------------------|
| 1.- | EXCAVACION | 2.- | ROTACION AL PUNTO DE DESCARGA |
| 3.- | DESCARGA | 4.- | RETORNO AL PUNTO DE EXCAVACION. |

TABLA 4.11

TIEMPO DEL CICLO EN SEGUNDOS (Cm.)

TIEMPO DEL CICLO PARA PALAS (Cm.)
RADIO DE GIRO 90°

TIEMPO DE CICLO PARA DRAGAS DE ARRASTE
(Cm) RADIO DE GIRO 110°

CAPACIDAD en YARDAS CUBICAS *	TIEMPO DEL CICLO EN SEGUNDOS			CAPACIDAD en YARDAS CUBICAS	TIEMPO DEL CICLO EN SEGUNDOS		
	EXCAVACION FACIL	EXCAVACION MEDIA	EXCAVACION DIFICIL		EXCAVACION FACIL	EXCAVACION MEDIA	EXCAVACION DIFICIL
1/2	15	18	24	1/2	20	24	30
3/4	18	20	26	3/4	22	26	32
1	18	20	26	1	24	28	35
1 1/4	18	20	26	1 1/4	24	28	35
1 1/2	18	20	26	1 1/2	24	28	35
2	18	20	26	2	28	33	40
2 1/2	20	22	28	2 1/2	28	34	41
3	22	24	30	3	30	35	42
4	24	26	32	4	32	38	45

* 1 YARDA CUBICA = 765 LITROS

4.6.3. - CONCEPTOS DE INTERES

Por cada aumento de 15 grados en el ángulo de giro, agréguese 3 segundos al tiempo de ciclo,
y por cada disminución de 15 grados réstense 3 segundos.

TABLA 4. 12

ALCANCE MAXIMO DE LAS PALAS

CAPACIDAD en YARDAS CUBICAS*	LONGITUD NORMAL DEL AGUILON		LONGITUD DEL MANGO PIES	ALTURA MAXIMA DE CORTE		RADIO MAXIMO DE CORTE	
	PIES	METROS		PIES	METROS	PIES	METROS
3/8	13-15	3.97-4.58	11-13	17-19	5.19-5.80	22	6.72
1/2	15-16	4.58-4.88	12-13	19-24	5.80-7.32	21-24	6.41-7.32
3/4	17-18	5.19-5.49	13-15	21-27	6.41-8.24	25-28	7.63-8.55
1	20	6.10	16	23-27	7.02-8.24	31-32	9.46-9.76
1-1/4	21	6.41	16	23-27	7.02-8.24	31-32	9.46-9.76
1-1/2	21-23	6.41-7.02	16-18	24-29	7.32-8.85	32-33	9.26-10.06
1-3/4	22-24	6.72-7.32	16-18	26-30	7.94-9.15	32-33	9.76-10.06
2	22-25	6.72-7.63	17-19	26-30	7.94-9.15	33-36	10.06-10.98
2-1/2	25-26	7.63-7.94	18-19	28-35	8.55-10.68	35-38	10.68-11.60

* 1 YARDA CUBICA = 765 LITROS.

TABLA 4.13

PROFUNDIDAD A LA QUE SE LLENA EL CUCHARON DE LA PALA SIN ESFUERZO

EXCESIVO DE EMPUJE

CAPACIDAD en YARDAS CUBICAS*	MATERIALES SUAVES, ARENA Y GRAVA EN METROS	MATERIALES CORRIENTES, TIERRA COMUN EN METROS	MATERIALES COMPACTOS, ARCILLA HUMEDA, PEGAJOSA, DURA, PESADA EN METROS
3/8	1.16	1.37	1.83
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1-1/4	1.98	2.59	2.99
1-1/2	2.14	2.80	3.26
1-3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2-1/2	2.56	3.42	4.06

* 1 YARDA CUBICA = 765 LITROS

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS PALAS :

Para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90 grados se consideró el rendimiento igual a UNO.

5. - CALCULO DE COSTO HORARIO DE LAS
MAQUINAS

5. - CALCULO DEL COSTO HORARIO DE LAS MAQUINAS

El análisis del costo unitario por hora efectiva de operación de una máquina cualquiera, puede hacerse empleando diferentes criterios, nosotros mencionaremos el criterio general autorizado en el Diario Oficial del 26 de enero de 1970, para la contratación y ejecución de obras públicas; dicho análisis está constituido básicamente por los siguientes cargos:

- a) Cargos fijos*
- b) Cargos por consumos*
- c) Cargos por operación*
- d) Cargos por transportes*
- e) Cargos varios (llantas, montaje, herramientas de ataque, - etc.)*
- f) Cargos indirectos y utilidad*
- g) Cargos adicionales*

Por lo tanto los datos necesarios para llevar a cabo estos cálculos son los siguientes:

- 1.- Valor inicial de la maquinaria*
- 2.- Número de años de su vida económica*
- 3.- Número de horas que se supone trabaja la máquina, al año*

- 4.- *Potencia del motor de la máquina en H. P. (a esta potencia se le aplica un factor de inducción llamado "Factor de Operación", que tiene un valor especial para cada tipo de máquina y que más -- adelante se indicará).*
- 5.- *Precio de adquisición, en el lugar del trabajo de:*
- a) Combustible para motor diesel*
 - b) Combustible para motor de gasolina*
 - c) Aceite para lubricación*
 - d) Aceite para cambio*
 - e) Llantas, refacciones y accesorios.*
- 6.- *Salarios pagados en cada lugar y operadores de las máquinas y sus ayudantes.*

5.1.- CARGOS FIJOS

Son los correspondientes a depreciación, inversión, seguro, almacenaje y mantenimiento mayor o menor.

5.1.1.- CARGOS POR DEPRECIACION

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida -- económica. (Se considerará una depreciación lineal, es decir que la

maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este cargo está dado por:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

en donde:

Va Valor inicial de la máquina considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional.

Vr Valor comercial que tiene la máquina al final de su vida económica. (puede variar de 0 a 20% del valor inicial)

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

5.1.2. - CARGO POR INVERSION

Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria y está dado por:

$$I = \frac{(Va + Vr)i}{2 Ha}$$

En esta ecuación:

Va y Vr representan los mismos valores enunciados anteriormente.

en el punto 5.1.1. -

Ha Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el --
año.

i Tasa de interés anual en vigor, expresada como fracción.

5.1.3. - CARGO POR SEGUROS

Es el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maqui-
naria de construcción durante su vida económica, por accidentes -
que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria
se asegure por una Compañía de Seguros, como en el caso de que la
empresa Constructora, decida hacer frente con sus propios recur--
sos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

Este cargo está dado por:

$$S = \frac{(Va + Vr)s}{2 Ha}$$

en donde:

Va, Vr y Ha representan los mismos valores enumerados anterior-
mente.

s prima anual promedio, valuada como porcentaje del valor de la -
máquina y expresado como fracción.

5.1.4. - CARGO POR ALMACENAJE

Es el derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y la vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad, dentro de su vida económica. Incluye todos los gastos que se realizan por este motivo como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o patios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria.

Este cargo está representado por:

$$A = KaD$$

en donde:

Ka Coeficiente que será función de los costos de los locales necesarios para guardar la maquinaria, de los salarios del personal de vigilancia y del tiempo de guarda considerado.

D Depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto en el punto 5.1.1. -

5.1.5. - CARGO POR MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR

Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Dentro del mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones corres

pondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable.

Incluye la mano de obra, y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios. Dentro del mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectuarán en las propias obras; así como los cambios de líquido hidráulico, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este cargo está representado por:

$$T = Q D$$

Q Coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor.

Se calculará con base en experiencia estadística; varía según el tipo de máquina y las características del trabajo.

D La depreciación de la máquina calculada de acuerdo con lo expuesto en el punto 5.1.1.-

5.2. - CARGOS POR CONSUMOS

Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles y otras fuentes de energía y lubricantes.

5.2.1. - CARGO POR COMBUSTIBLE

Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan para desarrollar el trabajo. Este cargo está representado por:

$$E = c \cdot Pc$$

en donde:

E Cargo por combustible

c Cantidad de combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

Pc Precio del combustible puesto en la máquina.

5.2.2. - CARGO POR OTRAS FUENTES DE ENERGIA

Quando se utilizan otras fuentes de energía diferentes de los combustibles señalados en el punto anterior la determinación del cargo por energía que se consuma requerirá un estudio especial en cada caso.

5.2.3. - CARGO POR LUBRICANTES

Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites, incluye las erogaciones necesarias para suministrarlos puestos en las máquinas.

Este cargo está representado por:

$$L = a Pl$$

donde:

L Cargo por lubricantes

a Cantidad de aceites necesaria por horas efectivas de trabajo -- de acuerdo con las condiciones medias de operación. Está determinado para la capacidad de los recipientes, los tiempos entre cambios sucesivos de aceites, la potencia del motor, el factor de la -- operación de la máquina y un coeficiente determinado por la experiencia.

Pl Precio de los aceites puestos en las máquinas

5.3. - CARGO POR OPERACION

Es el que se deriva de las erogaciones que resultan por conceptos del pago de los salarios del personal encargado de la operación -- de la máquina, por hora efectiva de la misma.

Este cargo se representa por:

$$O = \frac{So}{H}$$

donde:

O Cargo por operación

So Salario por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deben comprender: salario base, prestaciones -- sociales, impuesto sobre remuneraciones pagadas, días festivos y vacaciones. Los salarios base serán los señalados en el tabulador respectivo.

H Horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina, - dentro del turno.

5.4. - CARGO POR TRANSPORTES

Generalmente el transporte de la maquinaria se considera como car go indirecto, pero cuando sea conveniente a juicio de la dependencia, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos, o como un -

concepto de trabajo específico.

5.5. - CARGOS VARIOS

5.5.1. - CARGO POR LLANTAS

Se considera solo para aquella maquinaria en la cual al calcular -- su depreciación se haya deducido el valor de las llantas del valor -- inicial de la misma.

Este cargo se representa por:

$$Ll = \frac{VLL}{Hv}$$

Ll Cargo por llantas

VLL Valor de adquisición de llantas, considerando el precio pro-- medio en el mercado nacional para llantas nuevas de las caracterís-- ticas indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv Horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando los fac-- tores siguientes; velocidades máximas de trabajo; condiciones del -- camino en que se transita, tales como pendientes, curvaturas, su-- perficies de rodamiento, posición de la máquina; cargas que sobor--

tan y climas en que se operen.

5.5.2.- CARGO POR HERRAMIENTAS DE ATAQUE

Las herramientas de ataque (gavilanes de las cuchillas, cusquillos del Ripper, etc.) sufren un desgaste muy acelerado, derivado de su uso, por lo que es necesario reemplazarlos cuando han llegado al fin de su vida económica.

*La vida económica de éstas herramientas, varía en función de las condiciones de uso a que sena sometidas, del cuidado que se les im-
parta, de las cargas a que operen y de las condiciones del material en que trabaje.*

5.5.3.- CARGO POR MONTAJE

Este cargo procede en el caso de máquinas muy grandes que por su volumen requieran ser transportadas en partes.

5.6.- CARGOS INDIRECTOS Y UTILIDAD

5.6.1.- CARGOS INDIRECTOS

Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluídos en los cargos directos, que realiza el con-

tratista tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden entre otros, los gastos de organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, administración, financiamiento, prestaciones sociales y las regalías que procedan en su caso por el uso de patentes.

Los cargos indirectos se expresaran como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo el resultado de esa suma entre el costo total directo de la obra de que se trate.

5.6.2. - CARGO POR UTILIDAD

Corresponde a la ganancia que debe pagarse al contratista por la ejecución del concepto de trabajo.

5.7. - CARGOS ADICIONALES

Son los correspondientes a las erogaciones que realiza el contratista por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los indirectos ni en la utilidad.

Se expresarán generalmente como porcentaje sobre la suma de direc

tos más indirectos más utilidad.

CARGO UNITARIO POR MAQUINARIA

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo (conforme a lo estipulado en las especificaciones). Se integra con cargos fijos, de consumo y de operación, calculados por hora efectiva de trabajo, y en su caso, con el cargo de transporte. Se expresa como el cociente del costo directo por hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina:

$$C_m = \frac{HMD}{RM}$$

donde:

CM Cargo unitario por maquinaria

HMD Costo directo de la hora máquina

RM Rendimiento horario expresado en la unidad de que se trate.

El costo directo de la hora máquina se compone de cargos fijos y variables como se indicó anteriormente.

CONCLUSIONES

Según hemos podido observar en el desarrollo de nuestro trabajo, la maquinaria para el Movimiento de Tierras adquiere una importancia vital en la proyección de la infraestructura del país, y de aquí, se intuye que si esta observación es compatible con la forma de pensar de las personas que llevan los lineamientos futuristas de la Industria de la Construcción, estarán de acuerdo en que la administración de esta maquinaria, se debe establecer en base a métodos científicos que norma la Ingeniería Industrial.

Para visualizar más objetivamente lo anterior, se consideró un factor de eficiencia aplicado a las empresas analizadas que nos mostrará en términos porcentuales, el aprovechamiento de sus recursos con respecto al capital en los últimos cuatro años; dicho factor se muestra a continuación:

$$\text{Factor de Eficiencia} = \frac{\text{Monto promedio de obra ejecutada}}{\text{Capacidad total declarada}}$$

Los resultados de aplicar este cociente en las Empresas de los grupos I, II y III fué de 40%, 44% y 66% respectivamente; los cuales fueron ponderados de acuerdo con el número de empresas existentes en cada grupo. Una consideración importante y a la vez sorprendente por el resultado, fué el de establecer el promedio de estos factores

que puntualizó que solamente se aprovecha el 51% del total de sus - recursos capitales.

Ahora bien, considerando que si las empresas trabajan al 100% de - su capacidad, se tiene que la eficiencia óptima de las máquinas es - del 75%, por lo tanto, de los resultados anteriores se encontró que el factor de eficiencia obtenido en la maquinaria es del 68% de la -- eficiencia óptima considerada.

Lo anterior representa un promedio de \$119,762,000.00 (pesos 1960) que se mantuvieron ociosos anualmente.

Como se ha mencionado la Industria de la Construcción y la existen- cia de maquinaria crecen paralelamente, y esto, significa que a ma- yor volumen de obra habrá mayor cantidad de maquinaria, y además, por las observaciones anteriores se concluye que la tercera parte de la eficiencia óptima de las máquinas se mantendrá constante, en cuan- to al fuerte desperdicio dentro de la industria, si no se establecen -- métodos más adecuados para el aprovechamiento de dicha maquinaria. Conforme a la acepción usual en Ingeniería, un Sistema si visualiza - como un todo constituido de partes interrelacionadas, igualmente, por estar constituida de miles de partes, la industria de la Construcción - viene a ser un Sistema.

A su vez, esta industria está formada por subdivisiones especialmen-

te dedicadas a realizar ciertos tipos exclusivos de actividades, y a esas subdivisiones principales es lo que suele lamárseles subsistemas.

La característica primordial de los subsistemas es la estrecha -- coordinación que existe entre ellos, además de la gran cantidad y -- variada información que entre ellos se transmiten, así mismo, su funcionamiento es interdependiente; y por lo que se puede observar en el plano de nuestro país, el Sector Público se encuentra íntimamente relacionado con el Sector Privado en cuanto a planificación -- y ejecución de obra respectivamente.

Haciendo la consideración de que estos sectores representan subsistemas dentro del Sistema de la Industria de la Construcción, se sugiere que se pongan en práctica los lineamientos que a continuación se mencionan para cada sector, con lo cual se alcanzará un -- grado de optimalidad considerable dentro del Sistema anterior -- cuanto a Maquinaria de Movimiento de Tierras.

SECTOR PUBLICO

Desarrollo de programas a nivel Nacional a largo plazo para reducir la falta de continuidad tan característica en nuestra industria entre períodos gubernamentales.

Fomentar e instaurar decididamente la capacitación técnica de operadores, mecánicos y en general a todas aquellas personas cuya actividad se encuentra relacionada con dicha maquinaria.

Controlar la importación de maquinaria así como también de partes y repuestos de ella.

Ayuda franca y vigilancia estrecha en la fabricación Nacional para que primeramente alcance un grado de satisfacción para la industria del país y posteriormente en la competencia Internacional.

SECTOR PRIVADO

Planeación, programación y control en cuanto a adquisición y reemplazo de maquinaria.

Planeación, programación y control en la selección y uso del equipo.

Planear, programar y controlar el mantenimiento preventivo dejando para la historia el correctivo.

Planear y controlar estrechamente la estimación de costos.

Las sugerencias anteriores son de la competencia de la Ingeniería, lo que nos deja entrever que con la aplicación sabia de ella obtendremos las herramientas necesarias para salir avantes en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

- ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. *Banco Nacional de Comercio Exterior.* años 1965 - 1971
- APUNTES DEL CURSO DE CONSTRUCCION II. - *Facultad de Ingeniería U.N.A.M.* México 1968
- BRITISH CONSTRUCTION EQUIPMENT London 1968
- CATALOGO DE CARGOS FIJOS DE LA CONSTRUCCION. - *Cámara Nacional de la Industria de la Construcción* México 1970
- COSTOS Y EMPLEO DE EQUIPO DE CONSTRUCCION EN VIAS TERRESTRES. Ing. - *Julián Neme M.* México
- COMPENDIO ESTADISTICO. *Dirección General de Geografía y Estadística* México 1972
- CUENTAS NACIONALES Y ACERVOS DE CAPITAL CONSOLIDADAS Y POR ACTIVIDAD ECONOMICA. - *Banco de México* México 1969
- DIARIO OFICIAL. - *Lunes 26 de enero/1970* México 1970
- DIARIO OFICIAL. - *19 de julio de 1972* México 1972
- EARTH MOVING EQUIPMENT. *General Motors Corporation* E.U.A. 1970
- ELEMENTOS PARA LA DETERMINACION DE COSTOS USANDO EQUIPOS MECANICOS DE CONSTRUCCION. - *Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección de Construcción.* Junio de 1971 México 1971
- ESTIMACIONES DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION. R. L. *Peurifoy.* - 4a. edición México 1967

<i>GUIA SOBRE RENDIMIENTOS CATERPILLAR. 1a. edición</i>		1972
<i>INTER-POCLAIN. - Información No. 6</i>	<i>Francia</i>	1972
<i>MANAGERAL AND ENGINEERING ECONOMY Editorial Van Nostrand Co. Inc. George A. -- Taylor</i>	<i>E. U. A.</i>	1964
<i>POCLAIN EN LAS CANTERAS Y EN LAS MI- NAS A CIELO ABIERTO</i>	<i>Francia</i>	1972
<i>PRODUCTION AND COST ESTIMATING OF MATERIAL MOVEMENT WITH EARTH MO- VING EQUIPMENT</i>	<i>E. U. A.</i>	
<i>REVISTA CONSTRUCCION MEXICANA (Abril)</i>	<i>México</i>	1971
<i>REVISTA CONSTRUCCION MEXICANA (Julio)</i>	<i>México</i>	1971
<i>REVISTA CONSTRUCCION MEXICANA (Noviembre)</i>	<i>México</i>	1971
<i>REVISTA CONSTRUCCION MEXICANA (Marzo)</i>	<i>México</i>	1972
<i>TARIFA DEL IMPUESTO GENERAL DE IMPORTACION. - Secretaría de Hacienda y Crédito Público</i>	<i>México</i>	
<i>TERRASSEMENTS. POCLAIN</i>	<i>Francia</i>	1970
<i>TESIS DIAGNOSTICO INDUSTRIAL Facultad de Ingeniería. U.N.A.M.</i>	<i>México</i>	1972
<i>TESIS LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUC- CION Y SU PROBLEMA. Faculta de Inge- niería. U.N.A.M.</i>	<i>México</i>	1972

- TESIS LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION EN MEXICO; UN DIAGNOSTICO TECNICO-ECONOMICO.** - *Faculta de Ingenieria U.N.A.M.* México 1971
- TESIS NORMALIZACION DE LOS GRUPOS MECANICOS TRANSMISORES PARA CAMIONES DE CARGA CON CAPACIDAD ENTRE 5 y 7 TONELADAS.** - *Abel Baca Atala.* - ESIME; INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL México 1966
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO ESTRUCTURA, RECURSOS Y OPERACIONES.** México 1971

ESTA TESIS FUE IMPRESA EN
VEGA IMPRESORES S. de R. L.
OFICINAS EN AV. UNIVERSIDAD No.
1855 TEL. 548-73-48 TALLERES
EN SUR 107 No. 1609 COL.
AERONAUTICA MILITAR TEL. 552-14-04
SERVICIO A DOMICILIO