



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“ PALAS MECANICAS “**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A:  
**FRANCISCO JAVIER SOLIS AGUILAR**

MEXICO, D. F.

1985.



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

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

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

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

## I N D I C E

I.- INTRODUCCION .....	10
II.- CLASIFICACION .....	14
III.- DESCRIPCION Y APLICACIONES .....	19
IV.- COSTO HORARIO .....	47
V.- RENDIMIENTOS .....	75
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108

CAPITULO I

"INTRODUCCION"

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

En la mayoría de los proyectos de construcción el equipo es un elemento esencial, pues gracias a él se facilitan los trabajos y se realizan en un lapso de tiempo menor.

Dentro de los equipos de construcción se puede tener: -- equipos de carga estacionaria y equipos de carga móvil, siendo la diferencia primordial que los primeros solo extraen el material y lo depositan en otros equipos que se encargan de su traslado, mientras que los segundos lo extraen y lo acarrearán.

Es dentro de los equipos de carga estacionaria donde encontramos a las palas mecánicas, las cuales aparecieron en 1839. Estaban muy limitadas, pues su cucharón solamente oscilaba parcialmente, se desplazaban por medio de vías de ferrocarril lo que les restaba movilidad y las hacía estorbosas, se movían por medio de vapor lo que las hacía lentas, pero a pesar de todas estas restricciones realizaban su trabajo. Con el paso del tiempo se fueron haciendo gradualmente más fuertes rápidas y ligeras.

Durante los primeros cincuenta años surgieron una gran variedad de aditamentos mediante los cuales fue posible dejar -

los rieles, para caminar sobre orugas o llantas de hule.

En la actualidad se mueven por medio de diesel o gasolina; algunos de los cables han sido sustituidos por gatos hidráulicos, los que les da mayor precisión y potencia; la cabina del operador esta mejor acondicionada. En fin, son mucho los adelantos que han tenido estos equipos desde sus inicios hasta la actualidad.

El trabajo que a continuación se presenta, tiene como finalidad la de dar a conocer de una manera detallada los diferentes aspectos que intervienen en los equipos de construcción. -- Los cuales se incluyen en los capítulos contenidos en éste trabajo; distribuidos en la siguiente forma: En el capítulo segundo se da una clasificación general de las palas, de acuerdo a su aditamento de trabajo; en el capítulo tercero se hace una descripción detallada de las tres partes fundamentales por las que están constituidas, siendo las dos primeras, comunes a los diversos tipos (unidad giratoria y unidad de tránsito) y la tercera, que es la base para la clasificación que se hace en el capítulo anterior, además se hace mención de los diferentes campos de acción en que intervienen cada una de ellas. En el cuarto capítulo se describe el análisis del costo horario, el cual está constituido por los cargos fijos, cargos por consumo y cargos por operación, incluyendose algunos ejemplos. En el quinto capítulo se analizan los diferentes factores que intervienen en el cálculo del rendimiento, para cada uno de los diferentes - -

equipos. Por último se dan las conclusiones y algunas recomendaciones.

CAPITULO II

" CLASIFICACION "

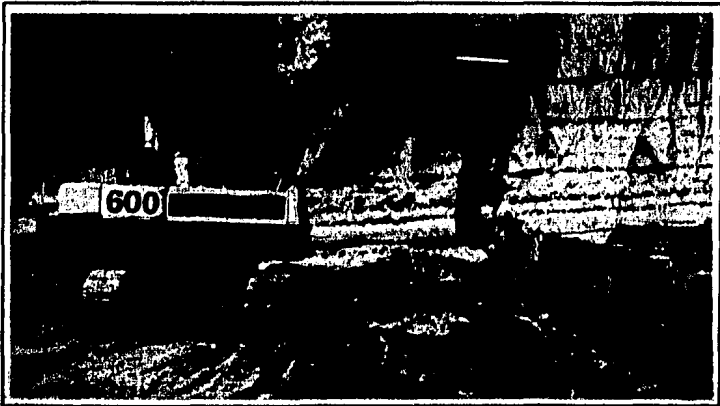


## CLASIFICACION

Se distinguen cinco tipos principalmente de palas excavadoras:

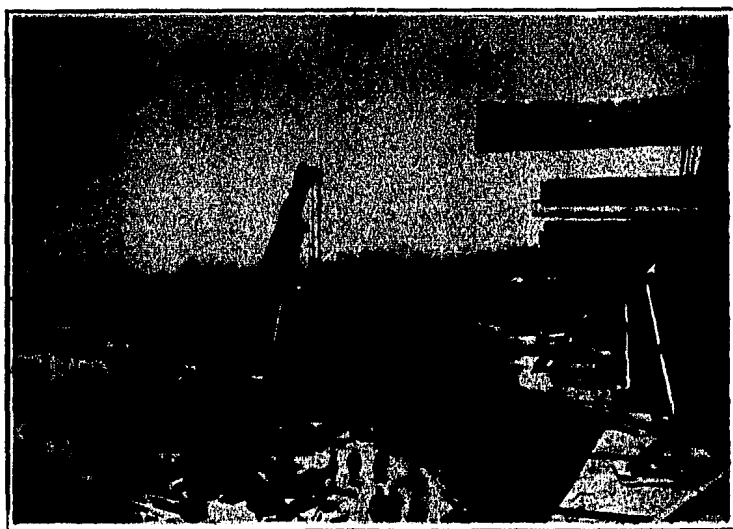
- La pala mecánica frontal
- La pala retroexcavadora
- La draga con cuchara de arrastre
- La draga con cuchara prensora
- La grúa.

Pueden estar sobre orugas, en cuyo caso se les conoce como palas montadas sobre orugas. Estas palas mecánicas tienen muy baja velocidad de deslizamiento, pero como las orugas anchas dan presiones muy pequeñas en el suelo, esto les permite operar en terrenos blandos.



Pueden estar montadas en ruedas con llantas de hule. Las unidades automotrices de un solo motor se operan y manejan desde la caseta. Las unidades no automotrices montadas en la parte posterior de camiones cuentan con motores separados para operarlas.

Las palas montadas sobre llantas tienen mas altas velocidades de deslizamiento que las montadas sobre orugas, son - útiles en obras pequeñas en donde es necesario hacer movimientos considerables y en donde las superficies de los caminos - del terreno en general serán firmes.



Todas estas máquinas realizan tres o cuatro operaciones esenciales que son:

- Levantar la carga
- Empujarla o tirarla (movimiento de ataque y de retroceso de la cuchara, para la pala empujadora; retroceso solo para la draga, y la pala retroexcavadora).
- Hacer girar la carga.
- Por último desplazarla.

Existen palas que oscilan parcialmente, y las que pueden dar vuelta completa. Las de oscilación parcial fueron los primeros modelos, pero han sido desalojadas por las de vuelta completa.

Las palas pequeñas utilizan motores de gasolina, de diesel o eléctricos, con transmisión mecánica a todas sus partes en movimiento. Las palas grandes pueden usar motores diesel, con transmisión mecánica o eléctrica o varios motores eléctricos alimentados de líneas elevadas por un cable.

Las palas varían muchísimo en tamaño y peso. Los modelos más pequeños tienen un cucharón de una capacidad de un cuarto de yarda cúbica y pesa aproximadamente siete toneladas; las mayores tienen cucharones de más de cuarenta yardas cúbicas y pesan cientos de toneladas. Los tamaños menores son más rápidos que sus semejantes mayores y por supuesto más débiles.

Estos aparatos están constituidos esencialmente en tres partes estructurales anatómicamente la parte superior o unidad giratoria, constituye la cabeza y el tronco, el montaje o la -- unidad de tránsito son las piernas y los diferentes aditamentos son los brazos y las manos. La unidad giratoria y el tránsito constituyen una "pala básica".

La mayoría de los constructores han estudiado sus excavadoras para que puedan utilizarse como palas frontales, retro-excavadoras, excavadoras de cuchara prensora o draga. Las -- transformaciones necesarias para pasar de uno a otro tipo se reduce a la sustitución del brazo, de los cables, de la herramienta excavadora y de algunos accesorios.

Esta variedad de equipos sobre una misma máquina es consecuencia de la necesidad de un aparato costoso pueda tener un rendimiento máximo en las condiciones más diversas y en cualquier circunstancia.

CAPITULO III

" DESCRIPCION Y APLICACIONES "

## DESCRIPCION Y APLICACIONES

Como mencionamos en el capítulo anterior estos aparatos estan constituidos esencialmente en tres partes estructurales anatomicamente.

Las dos primeras partes que son comunes a los diversos tipos estan constituidas de la siguiente manera.

La unidad giratoria: Esta unidad comprende un bastidor de acero moldeado o de perfiles de acero, sobre el que van montados:

- La fuente de energía o sea el motor con radiador y el embrague principal.

El motor esta fijado solidamente a la plataforma superior en las maquinas de giro completo y a el carro inferior para las máquinas de giro parcial.

El motor puede ser de explosión, eléctrico, diesel y el grupo diesel - eléctrico.

El motor de gasolina, empleado generalmente, hasta 1930, ha cedido supuesto primero a el motor diesel lento y luego a - el motor diesel rápido que es casi el único utilizado hoy en - día, excepto en las máquinas grandes. ( Por encima de 4 YD<sup>3</sup> ).

De manera general, el motor diesel responde bastante - bien a las diversas condiciones de trabajo por su: rendimiento térmico elevado, buena capacidad de sobrecarga, fácil rendi - miento.

Los depósitos de combustible estan fijados generalmente debajo del bastidor.

El motor y sus accesorios están colocados en el extremo opuesto al brazo, para reducir el contrapeso necesario para el equilibrio estático del conjunto.

Acerca de los motores eléctricos todas las palas que tienen una capacidad superior a 2 YD<sup>3</sup> están equipados con motores de corriente continua.

- La transmisión a los órganos de la superestructura:  
Se hace mediante engranajes o con cadenas silencio - sas.
- El cambio de velocidades.
- Las palancas de mando.

- El torno independiente que permite levantar y bajar la pluma.

Este torno es uno de los organos esenciales de la máquina; tiene un elevado coeficiente de seguridad. Dotado de un sistema de paro automático preciso, accionado por el motor central o un motor particular.

Algunos aparatos tienen dos velocidades de levantamiento del brazo, uno para el levantamiento en vacío, la otra para el levantamiento en carga

- La fijación del pie de la pluma.

Se ha puesto un cuidado muy especial en los puntos de fijación de la pluma en los cuales, se colocan fijaciones lo suficientemente potentes para poder soportar los choques a que se ven sometidas.

- El asiento del maquinista.

El mando de todos los movimientos están asegurados por un solo hombre cuyo asiento está situado confortablemente dentro de la cabina, de la plataforma giratoria.

Todos los controles deben de tener una distribución adecuada



cuadrad con respecto al asiento, para que el operador pueda desarrollar su trabajo en la forma mas eficiente.

- Los contrapesos

Están colocados generalmente , debajo del bastidor de la superestructura y lo más lejos posible del centro de giro, - para aumentar la estabilidad. Por razones de estabilidad no - debe de aumentarse así; como así el contrapeso y el peso de la cuchara o de la pluma.

- El grupo electrógeno para el alumbrado en caso de - trabajo de noche, montado en la plataforma.

Este grupo funciona con un motor de gasolina generalmente, debido a que tiene muchas ventajas sobre el motor diesel - como son: gran flexibilidad, peso reducido, pequeño volúmen, etc.

Subsiste el peligro de incendio por lo cual la cabina de be estar equipada con extinguidores.

El grupo suministra la corriente al faro del brazo y - generalmente también a las lámparas de alumbrado de la cabina, a los enchufes de las lámparas portátiles y de otros.

Unidad de Tránsito: Es la unidad que se encarga de trasladar de un lado a otro de la obra a la unidad giratoria, cabe mencionar que existen tres tipos diferentes de montajes: el de cadenas, el de ruedas y el de camión.

Montaje de cadenas: Las cadenas sirven para mover la máquina de varias toneladas a medida que avanza la obra.

- No deben de recorrerse largas distancias así como no debe hacerse trabajar el aparato sin antes asegurarse de que las cadenas estén bien asentadas sobre el suelo.

Entre las partes que forman este montaje está:

- El bastidor inferior, el cual debe resistir los diversos esfuerzos que le impone el bastidor giratorio y transmitirlo con el peso de la máquina a los largueros de las cadenas.

Este bastidor está construido con acero moldeado o con un armazón metálico soldado.

- La corona dentada fija para orientación de la superestructura móvil.

Está soportada por el bastidor inferior, la cual puede

tener un dentado exterior o interior.

- La corona de rodadura de los rodillos, que soportan a la plataforma giratoria y los dispositivos de fijación de los largueros portacadenas. Estos largueros son de acero o de construcción soldada. Su misión es la repartir el peso del aparato sobre una superficie mayor.

- Los rodillos o las ruedas, estos reparten el peso de la máquina sobre la mitad inferior de la cadena. Algunos prefieren las ruedas, ya que este sistema reduce el número de elementos mecánicos, de mejor resultado al franquear obstáculos y permite dimensionar muy ampliamente los diferentes órganos; otros prefieren el rodillo, pues con ellos se tiene una mejor repartición de la carga, una guía perfecta de la cadena merced a la proximidad de los rodillos, un mejor aguante frente a los esfuerzos laterales y un desgaste menor de las sujeciones de los patines.

- Los patines de las cadenas, son generalmente de acero con manganeso. Estos patines están unidos entre sí, para formar una cadena sin fin que rodea el larguero y reparte el peso de la máquina sobre una gran superficie.

#### ACCIONAMIENTO DE LAS CADENAS

Cada cadena tiene un embrague de garras y un freno sepa

rados; al desembragar y bloquear con el freno una de las cadenas, se puede hacer describir a la máquina curvas de radio cualquiera y hasta se puede hacer que gire sobre si misma.

Las excavadoras tienen una o varias velocidades de traslación. Las máquinas de cadenas solo tienen en general una velocidad hacia adelante y la misma velocidad hacia atrás.

La traslación puede realizarse cualquiera que sea la posición del bastidor giratorio, pero, en la mayoría de los casos, no se puede al mismo tiempo desplazár el aparato y hacer girar la plataforma superior.

Como todas las máquinas de construcción, las excavadoras deben moverse las más de las veces sobre terrenos no preparados o recién excavados. Estos últimos pueden tener cualquier estructura, del suelo duro de una cantera al suelo movedizo de un pantano. Las cadenas tienen que presentar, por consiguiente una superficie para permitir que los aparatos se desplacen en todo terreno sin riesgo de hundimiento.

#### MONTAJE SOBRE RUEDAS

Las excavadoras montadas sobre plataforma de ferrocarril, tal como se construyeron es sus orígenes, han desaparecido completamente en la actualidad, excepto para algunos usos especiales. Por el contrario, la excavadora montada sobre ruedas de neumáticos existe de modo corriente en los modelos peque

ños.

Debido a la altura de su centro de gravedad, las máquinas de este tipo sólo se utilizan para trabajo de poca importancia y cuando se necesita una gran movilidad del aparato; como - las máquinas de cadenas, son de giro parcial o total. Las ruedas también accionadas por el motor de la superestructura.

Estas palas se designan, como en tracción ferroviaria, por el número de sus ejes y de sus ruedas motrices:

4 X 2 indica un aparato de dos ejes, cuyo eje trasero es motor;

4 X 4 indica un aparato de dos ejes, ambos motores;

6 X 4 indica un aparato de tres ejes, cuyos dos ejes posteriores son motores;

6 X 6 indica un aparato de tres ejes, los tres motores, - etc.

Estas palas con ruedas de neumáticos tienen en general cuatro marchas, que permiten velocidades máximas de 16 a 32 Km/hora.

#### MONTAJE SOBRE CAMION

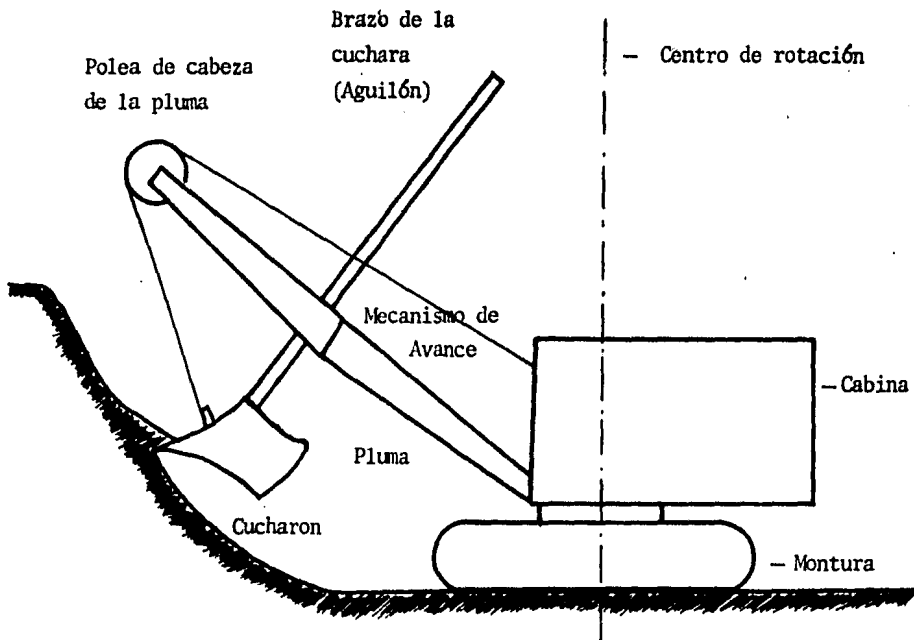
La excavadora montada sobre camión está compuesta de la superestructura ya conocida, montada sobre un camión industrial pe-

sado, reforzado especialmente. Este aparato tiene pues, dos motores distintos, el motor de la superestructura y el del camión.

En algunos modelos, el motor del camión se emplea también para el trabajo de excavación, lo que complica enormemente todo el mecanismo.

Estos aparatos sólo se utilizan para trabajos que exigen una gran movilidad de la excavadora. Tienen de 4 a 10 velocidades hacia adelante y 2 velocidades hacia atrás; su velocidad máxima por carretera es de unos 40 Km/ hr.

PALA MECANICA FRONTAL .- Los elementos esenciales de la pala mecánica son: la pluma, el brazo de la cuchara, la cuchara con su compuerta pendular y su dispositivo de cierre, el mecanismo de avance de los brazos de la cuchara y la polea de cabeza de la pluma con su respectiva unidad de tránsito y su unidad giratoria.



Partes Básicas y operación de una pala mecánica

La pluma y el brazo móvil están unidos en un punto de apoyo que actúa como un eje, y permite que el brazo móvil y la cuchara puedan ser elevados y movidos hacia adelante y hacia atrás por el cable elevador y el resto del mecanismo. Estos movimientos son simultáneos y permiten un gran flexibilidad de maniobra. Los brazos van provistos de un tope de fin de carrera que se utiliza como dispositivo de bloqueo.

La forma de la cuchara está estudiada cuidadosamente para ofrecer una resistencia mínima a la excavación y para permitir un vaciado rápido del contenido.

El cable de elevación va fijado a la cuchara por medio de una polea montada sobre bisagras.

Los trabajos a que se presta mejor la pala mecánica son la excavación en altura por encima de la zona de asentamiento de la máquina, y la recogida del material en esta zona.

En particular, se utiliza de este modo en los casos siguientes:

Recogida y carga en una cantera, carga y descarga de grandes bloques; excavación de cimientos, cuando son accesibles; carga vagones - remolques, volquetes, camiones, vagonetas sobre carriles, dispuestos tanto al mismo nivel de la pala, como por



debajo; excavación a media ladera en uno o varios pisos; regulación de taludes, trabajo que sin embargo no conviene casi a estas máquinas y solo se aplica como mal menor; descarga en una tolva para alimentación de bandas transportadoras en canteras de arena o grava, etc.

La pala también puede trabajar por debajo del suelo - pero las profundidades alcanzadas son limitadas y las cantidades excavadas sin desplazamiento son reducidas.

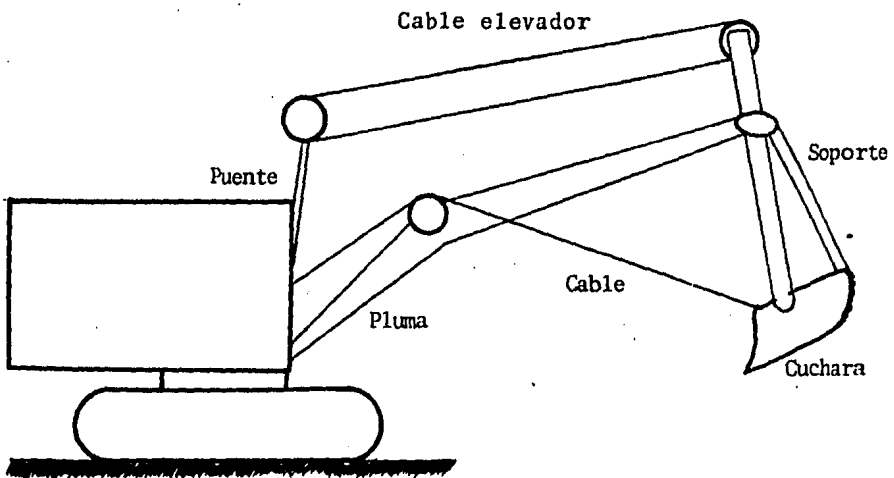
## PALA RETROEXCAVADORA:

Esta pala es básicamente igual a la pala excavadora y se diferencia de esta en que la cuchara adopta una posición invertida.

Esta pala excavadora recoge la carga hacia ella y por lo regular debajo de la superficie natural del terreno sobre la cual descansa la máquina.

Los principales componentes son: el puente, el brazo móvil, la cuchara, la pluma y los cables.

La cuchara está construida en forma más sencilla que la pala mecánica. En la mayoría de los casos, solo la arista cortante es de acero moldeado. El resto de la cuchara, sometido



Partes Básicas de una Retroexcavadora.

do a refuerzos menores, es de plancha remachada o soldada. Se emplea pocas veces la cuchara de acero moldeado con magnesio.- Se le da a veces un fondo giratorio o de bisagra, para permitir la descarga en distintas posiciones, en este caso el dispositivo es de mando neumático o de mando eléctrico.

La pluma y el brazo de la cuchara deben ser solidos pero ligeros, ya que son elevados en cada operación.

La pluma está fijada a la plataforma giratoria mediante un amplio pie de articulación. El brazo de la cuchara está articulado sobre un eje horizontal en el extremo de la pluma, para permitir el movimiento levadizo de la cuchara y al mismo tiempo, mediante el cable elevador, la pluma puede subir y bajar.

Debido al desarrollo de la construcción estos equipos están siendo operados con equipos hidráulicos con los cuales se ha observado una mayor productividad en los trabajos a desarrollar, eliminandose algunos cables y sustituyendolos por gatos hidráulicos.

Esta máquina se emplea principalmente para abrir trincheras destinadas a tuberías, cables, drenajes, etc. No solo excava la trinchera sino que además levanta y coloca en posición los tubos.

Otro campo de operación muy frecuente es la excavación de cimientos para edificios, cuando el sitio lo permite.

Las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas de  $3/8$ ,  $1/2$ , y  $5/8$  YD<sup>3</sup> de capacidad, además de trabajar en alcantarillados y líneas de agua como las operadas por cable, hacen obras de excavaciones para cimentaciones y urbanizaciones.

Las retroexcavadoras más grandes  $2\frac{1}{2}$  a  $3$  YD<sup>3</sup> de capacidad, gracias a su alcance, profundidad y productividad se han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en general trabajos de cantera y manejo de materiales, hasta desplazar en algunos casos a palas, dragas o cargadores.

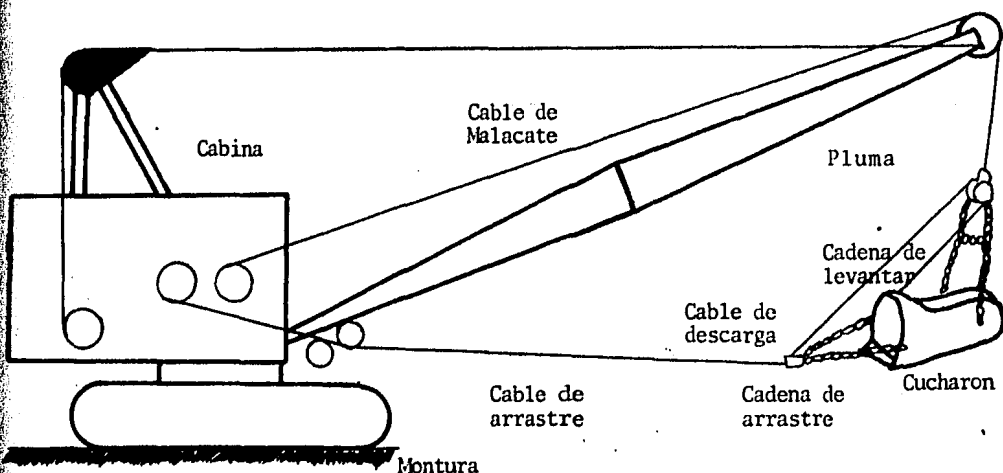


### DRAGA CON CUCHARA DE ARRASTRE:

Los elementos esenciales de esta máquina son: la pluma, los dispositivos de guía del cable de arrastre de la cuchara, - el cable de elevación de la cuchara, la polea de la cabeza de - la pluma y la cuchara.

Tiene una larga pluma ligera de grúa con una polea de - guía en su pie y el cucharón va unido a la máquina solamente - por cables.

La pluma: Está construida con celocias. Puede estar - construida con angulos de acero, esquinas de ángulo y contra - vientos tubulares, o ser todas tubulares. Las plumas muy largas



Partes Básicas de una draga

usan secciones de aluminio cerca de la punta.

Cada pluma está formada por lo menos de dos secciones, que disminuyen de tamaño hacia los extremos. La parte inferior está reforzada en los pasadores de pie y en la parte superior para sostener las poleas en la punta.

Se pueden colocar secciones que son usualmente de cinco a diez pies de longitud entre las secciones superior e inferior para aumentar el alcance o la altura.

La iniciación de la pluma puede variar, desde cerca de la horizontal hasta cerca de la vertical. Sin embargo los constructores recomiendan no bajar la pluma a menos de  $30^\circ$ , y, de hecho, se admiten pocas veces un ángulo inferior a  $35^\circ$ . Por otra parte, un ángulo superior a  $80^\circ$  es bastante peligroso, ya que en caso de retorno del cable de elevación de la cuchara, la pluma puede abatirse sobre la cabina. Además las condiciones de equilibrio de la maquina son desfavorables más allá de estas dos posiciones de la pluma.

La cuchara esta construida de plancha de acero especial, resistente a la abrasión. Soldado o remachado el labio inferior, que lleva dientes recambiables, está hecho de acero moldeado especial. La pared inferior lleva unos perfiles los cuales sirven contra el desgaste.

Lleva adelante un par de cadenas de arrastre que se colocan en unos soportes en los que se puede cambiar el punto de aplicación de la tensión, subiendolo ó bajandolo. La posición superior se utiliza en las excavaciones profundas o duras porque empuja los dientes con un ángulo más grande.

Se fabrican cucharas de pesos diferentes; los ligeros se usan para excavar tierra blanda y para traspaleo de montones de material, los de peso medio para trabajos generales, y los pesados y extrapesados para excavaciones con roca.

Existen cucharones ligeros con cuchilla sin dientes que es excelente para despallar la tierra vegetal blanda, conformar y limpiar.

Son comunes los cucharones perforados con varios agujeros en el respaldo y en los lados. Son útiles para la excavación sin agua, ya que esta sale por los agujeros al cargar el cucharón y el resto sale al elevarlo. El agua se puede expulsar casi por completo en un cucharón ordinario. Si este al hacer la excavación es capaz de que, de un bocado profundo obtenga un terrón compacto de tierra; sin embargo si no es posible realizarlo para eso sirven las perforaciones para evitar cargar el agua y para no hacer cargas ni montones de desperdicio de lodo.

La elección del tamaño de un cucharón la determina la

la calidad de los materiales que se van a manejar y la longitud de la pluma.

**Polea Guía:** La polea guía va montada en la pluma o en su pie y sirve para alinear el cable de arrastre para que se enrolle uniformemente y para que no roze, ni azote en la pluma ó en otras partes.

La draga se usa en excavación de tierras blandas; se emplea en el desmonte de terrenos vírgenes, en la puesta al descubierto de canteras o de minas.

En principio solo excava por debajo del nivel de la superficie de apoyo; por esta razón es ventajosa en la excavación de canales de riego, para la extracción de arena o de grava de un río, para la carga en sitios de materiales depositados en monton, en las obras y sobre todo para la explotación de minas a cielo abierto.

En la excavación de trincheras, canales, etc., trabajo para el cual está particularmente indicada.

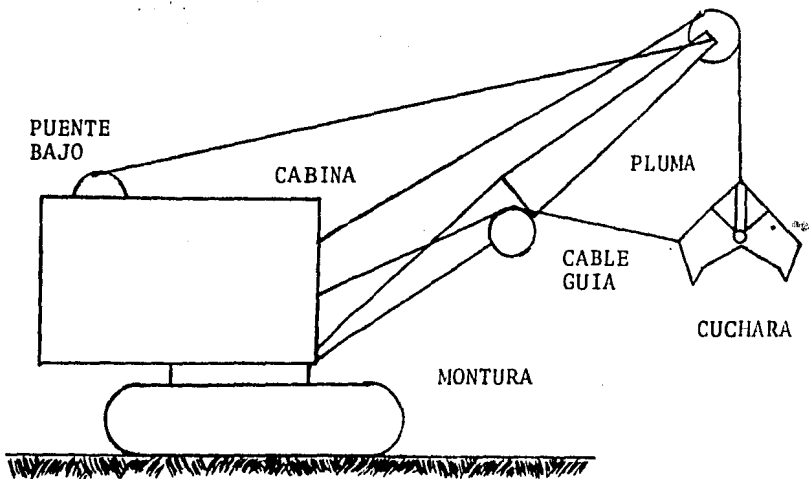
Esta máquina puede además recoger, con precisión, suficientes capas delgadas de tierra vegetal. Finalmente puede utilizarse para trabajos de nivelación.



## DRAGA CON CUCHARA PRENSORA:

Los elementos esenciales de esta máquina excavadora - - son: La pluma con sus dos poleas, la cuchara prensora y los - - diversos cables de suspensión y de maniobra de la cuchara.

La Pluma.- Su construcción es muy similar a la de la - - draga y a la de la grúa, con la diferencia de que en su extremi - - dad lleva dos poleas, una para cada una de sus operaciones pre - - vistas. El ángulo máximo de abertura debe ser tal que la cucha - - ra no pueda chocar con la pluma. ( en general  $60^\circ$  )



Partes Básicas de la draga

La cuchara prensora.- Existe un gran número de cucharas prensoras cuyo uso va de acuerdo al trabajo requerido. Entre las más usuales está: la cuchara de doble suspensión, en la cual la armadura superior y lateral de la cuchara está suspendida a uno de los cables o a una de las cadenas, mientras el lado de las mandíbulas está suspendido a otro cable u otro elemento de suspensión. La cuchara de suspensión simple, el manejo de esta cuchara es más sencillo que la anterior y solamente tiene un cable de suspensión.

Las cucharas a menudo están provistas de un amortiguador en la abertura de las valvas.

En el tipo de cucharas con suspensión única se encuentra además la cuchara con gato hidráulico de cierre. Este sistema se utiliza en cucharas de poca capacidad. Presenta sin embargo, la ventaja de efectuar el cierre sin tracción vertical con lo que se obtiene un llenado excelente.

Las valvas de plancha de acero soldado o remachado.

Para la excavación, las valvas con cargas están dotadas de dientes recambiables con punta de acero especial. Cuando sólo sirven para recoger material disgregado o ya excavado se construyen con bordes rectos o dentados. Estos bordes, frecuentemente recambiables se hacen generalmente con acero especial.

La capacidad de las cucharas está contemplada en las siguientes denominaciones:

Capacidad a tope, o sea el volúmen máximo de material que puede retener la cuchara.

Capacidad con la cuchara enrasada ( hasta el borde ) o sea el volúmen determinado por las paredes laterales de la cuchara y el intervalo que las separa.

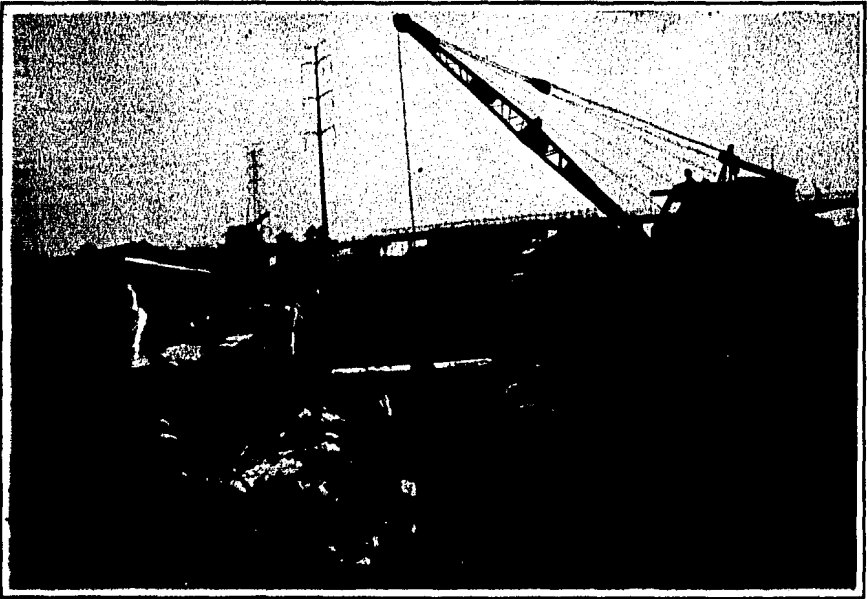
Capacidad en agua, o sea el volúmen de agua contenido por la cuchara.

El cable de maniobras.- Es un cable delgado que va de la pluma al cucharón, que sirve para impedir que el cucharón, se tuerza o comience a girar en el aire. Se mantiene con una pequeña tensión por medio de un contrapeso que se desliza en una corredera dentro de la pluma.

La tensión en el cable de maniobras es generalmente lo suficientemente ligera, que un hombre puede guiar el cucharón con una mano o con un palo al bajarlo a un lugar determinado para colocarlo tan exactamente como se desee.

Dentro del campo de aplicación, la excavadora de cuchara prensora puede excavar, recoger el material y verterlo en una misma vertical, o cerca de la misma, y por debajo o por en

cima del nivel de la máquina. Esta propiedad la distingue netamente de los demás aparatos de excavación.



Este equipo se utiliza particularmente en:

- Pozos y zanjas para cimientos de pilares y de muros.
- Trincheras profundas para canalizaciones, tuberías -  
( cuando la profundidad sobrepasa los límites de trabajo de la pala retroexcavadora o de la draga.
- Excavación en bancos de arena y de grava disgregada.
- Recogida del montón, de arena, grava, piedras trituradas, para la carga de vagones de ferrocarril y de bacazas.
- Carga de silos, tolvas de carga y tolvas dosificadas -  
ras.
- Construcción de pilares y cimientos de puentes.
- Excavación para acueductos.
- Excavación submarina.

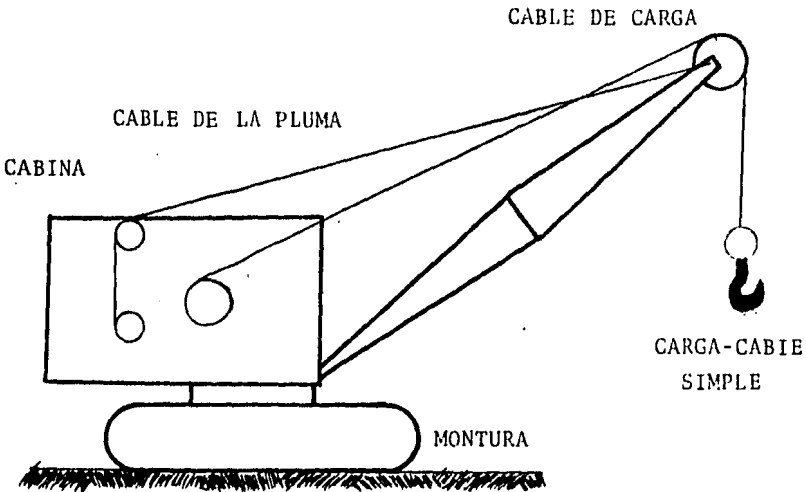
Para todos estos trabajos la excavadora de cuchara prensora es más ventajosa que otros equipos.

## LA GRUA:

La grúa puede consistir simplemente en un cable elevador que se hace pasar sobre una garrucha en la punta de una pluma de celosías que se lleva luego a un gancho o mordaza. Se puede tener un control más preciso conectando un gancho a una garrucha y haciendo pasar dos o más cabos entre la garrucha y la de la pluma.

Una máquina pequeña puede llevar una pluma muy larga si se mantiene la pluma con un ángulo grande respecto a la horizontal y si la carga es ligera.

Se puede conectar una pluma adicional a la pluma normal para mantener su alcance y mantener las cargas pesadas aleja-



Partes Básicas de la Grúa

das del peligro de golpear al oscilar contra la pluma. La pluma auxiliar articula a la punta de la pluma normal y se puede colocar en su misma dirección o inclinada hacia abajo.

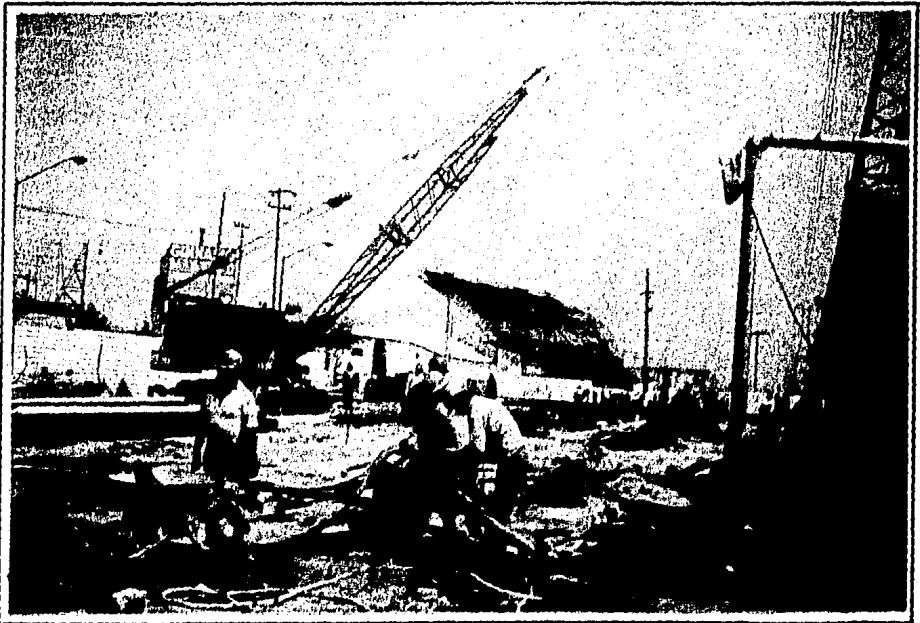
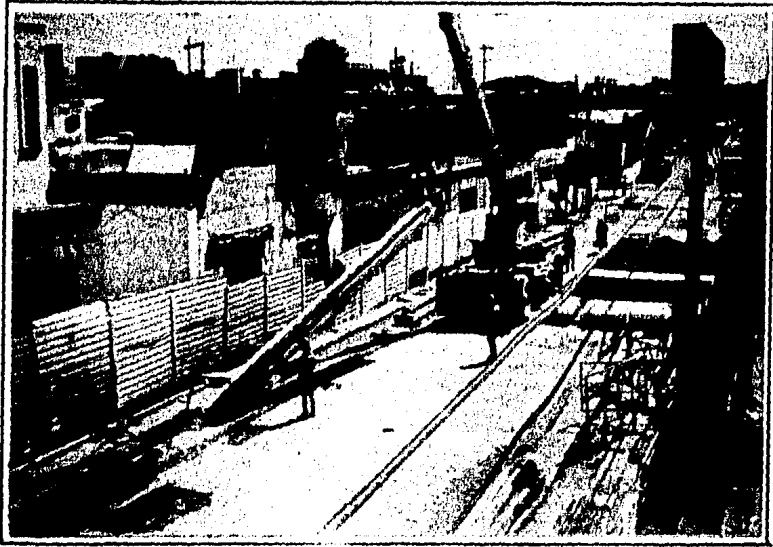
La capacidad de elevación de una pluma auxiliar es generalmente menor que la mitad de la que tiene la grúa. La punta de la pluma normal puede utilizarse con otro cable para levantar cargas pesadas, colocando los cables de manera convencional.

La grúa que se emplea en el montaje de las construcciones de acero, que es un trabajo de precisión generalmente tiene acelerador de pie.

Para levantar la carga se colocan cadenas, cables o ganchos, los que a su vez se sujetan al gancho.

La grúa es más eficiente que otros equipo elevadores porque no lleva el peso muerto de un cucharón o de otros elementos.

Las montadas en llantas de hule realizan mejor la transportación que las de orugas.





CAPITULO IV

"COSTO HORARIO"

## COSTO HORARIO

Siempre será un tema de gran actualidad lo relativo a costos de maquinaria dentro de la Industria de la Construcción pues es evidente que la intervención del recurso maquinaria, en obras públicas o privadas y en especial en aquellas relativas a construcción pesada, tiene una gran influencia en el costo total de las obras y como consecuencia en los precios unitarios que forman parte del contrato.

Los factores tradicionales que se utilizan para integrar el costo horario de maquinaria, son cargos fijos, consumos y el de operación. Los cargos fijos se refieren a depreciación, intereses, seguros, almacenaje y mantenimiento. De estos los que influyen con una mayor intensidad son la depreciación y el mantenimiento, por lo que, en cuanto al criterio para determinarlos son conceptos muy discutibles, especialmente la depreciación que es la base para analizar todos los cargos fijos y que se establece en función al período de vida económica. Existen muchos criterios para determinar la vida económica de las máquinas, pues varía con los valores originales y de rescate, métodos de depreciación, costos de mantenimiento y operación, aspectos financieros, valor actual del dinero y devaluación, -

costos de adquisición de máquinas nuevas, avances tecnológicos y obsolescencia y la política que se establezca para reposición del equipo.

" Costo horario de maquinaria "

Cargos Fijos:

- Depreciación
- Intereses
- Seguro
- Mantenimiento
- Almacenaje

Cargos por Consumo:

- Combustible
- Lubricantes
- Llantas
- Varios

Cargos por Operación:

- Salario base
- Prestaciones
- Bonificación

" Vida Económica "

Los plazos que frecuentemente se establecen para la duración de la vida económica son hasta cierto punto, arbitrarios y apoyados casi siempre en experiencias ajenas a los dueños de

los bienes de producción, como son catálogos de fabricantes, - libros o folletos publicados por alguna entidad que ha tenido el cuidado de recopilar información de fuentes apegados a la realidad del uso del equipo y crear con esto índices estadísticos.

Las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas señalan que es un período durante su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo, pero las utilidades tenderán a disminuir. A este nuevo plazo de le conoce con el nombre de vida útil, de modo que la fecha de terminación de la vida económica puede ser elástica - en función de la política de ganancia que fije el dueño.

El tema de vida económica es paralelo al de reposición del equipo, pues es consecuente reemplazar una máquina cuando llega al término de aquel período en el cual ofrezca los máximos beneficios. En este momento se adquieren máquinas nuevas o se reconstruyen, no deberá ser antes ni después, dentro de los límites razonables de aproximación en el tiempo.

## I. Cargos Fijos

### a) Depreciación y valores técnicos.

La ley del Impuesto sobre la Renta dice en el artículo 109 del Reglamento respectivo que para efectos fiscales se en

tiende por depreciación la absorción gradual del costo del ---  
-- de adquisición de un activo fijo tangible cuyo valor mate--  
rial o funcional disminuya por el uso ó por el transcurso del  
tiempo de ejercicios posteriores a aquel en que haya sido he-  
cha la inversión. Señala que para automoviles, camiones de -  
carga, tractocamiones, remolques, maquinaria y equipo para la  
Industria de la Construcción se permite un 20 % anual de de-  
preciación sobre el monto original de la inversión respectiva,  
es decir, está fijado un plazo de 5 años de vida económica.

La Asociación de Palas y Dragas también determina algu -  
nos criterios para establecer vidas económicas de éstas máqui-  
nas, señala que la depreciación que se utilice debe ser consis-  
tente con la política de reemplazo y que depende definitivamen-  
te del dueño del equipo fijar estas condiciones.

R.L. Peurifoy de la Escuela de Agricultura y Mecánica -  
del Estado de Texas, E.U. señala que la vida económica de una  
máquina ha terminado cuando el costo futuro de operar un equi-  
po será mayor que el costo horario de la operación previa. .

Para orientar las decisiones en relación a vida económi-  
ca ó tiempo de reemplazo de una máquina se debe considerar:

- 1° Cada propietario de equipo debe fijar ese plazo para  
cada máquina o tipos de máquinas según el uso.

- 2° Al hacer el estudio correspondiente tomar en cuenta no solamente los cargos fijos establecidos a la fecha, sino también aspectos económicos y tecnológicos actuales como son la inflación y obsolescencia.
- 3° Llevar un riguroso control durante el uso de la máquina para contar con información correcta y suficiente acerca de horas de trabajo, reparación, ocio y los costos correspondientes.
- 4° Fijar un sistema de depreciación de acuerdo a la política económica de cada empresa.
- 5° Estar pendiente de las mejoras de los modelos existentes o de la fabricación de máquinas novedosas de mayor eficiencia.
- 6° Vigilar continuamente las variaciones en el mercado de la maquinaria, precios de unidades nuevas, usadas y rentas de equipo.
- 7° Las decisiones acerca de vida económica y reemplazo de equipo deben estar firmemente apoyadas en el análisis económico y comparando alternativas sobre la convivencia de retirar, reemplazar, rentar o reconstruir el equipo.

En síntesis la investigación y discusión en torno a este tema sólo podrá aprovecharse como una orientación, pero las de ci sio nes para determinar el período de vida económica, estarán derivadas de la experiencia.

El nombre de vida económica es hasta cierto punto arbitra rio, pues el concepto es variable, habrá poseedores de maquina ria que consideren que los equipos deberán trabajar 300 hrs., - 250 hrs. y 200 hrs., mensuales respectivamente en el 1er., 2o. - y 3er. año y de no obtenerse estos rendimientos resulta antieconó mica la inversión inicial, limitando el plazo de máxima produc ción a 3 años. En estas condiciones todavía puede trabajar la maquina más tiempo en actividades de menor importancia a razón de 100 hrs. ó de 150 hrs. mensuales.

Otra posibilidad es venderla prematuramente y reemplazarla. Quizá se determine reconstruirla para continuar su utili zación.

Cualquier decisión puede ser correcta si el resultado fi nal produce beneficios, pero se recomienda y enfatiza apoyarla en un análisis económico.

b) Inversión.

El cargo por inversión se refiere a los intereses, este factor influye en el costo horario, lo que quiere decir que

toda inversión que se hace en bienes de producción tiene un costo que es el derivado del uso del dinero.

- Quizá una forma más clara de presentar este cargo - sería señalando que si en lugar de invertir en maquinaria de construcción se ahorra la misma cantidad en una Financiera, este capital redituaría un interés de acuerdo con las tasas oficialmente aceptadas o por otra parte si se tiene que recurrir a una Institución financiera para comprar el equipo sería necesario pagar una cantidad en efectivo por el uso de dinero y que representa el interés que la Banca cobra por financiar la adquisición de bienes de producción.

La determinación de la tasa que se debe utilizarse para calcular este cargo por inversión es variable de acuerdo con el negociamiento de los créditos, sin embargo por facilidad se acepta una tasa del orden del 12 % anual ( 1975 ), la cual se aplica al valor medio del capital invertido durante la vida económica de la maquinaria. En este aspecto, las bases y normas para la contratación de obras públicas señalan que el capital medio invertido es igual:

$$\frac{Va + Vr}{2} ; \quad \begin{array}{l} Va = \text{Valor de adquisición.} \\ Vr = \text{Valor de rescate.} \end{array}$$



que resulta en realidad una forma sencilla y práctica para calcular el capital medio invertido.

En algunas ocasiones se utiliza la expresión:

$$\frac{n + 1}{2 n} ; \quad n = \text{número de años de utilización de la maquinaria.}$$

A los valores medios de capital invertido derivados de cualquiera de las expresiones señaladas anteriormente se les aplica la tasa anual correspondiente y se obtiene el cargo anual por inversión, la cual dividido entre el número de horas que la máquina trabaja por año, arroja el cargo horario por este concepto.

### c) Seguros

En este concepto deben incluirse todos aquellos cargos resultantes por el aseguramiento de la maquinaria de construcción con empresas dedicadas a este propósito, pero también se puede considerar el autoaseguramiento o sea que la propietaria del equipo acepte todos los riesgos derivados por el transporte y el uso de las máquinas en lugar de pagar los servicios a terceras personas.

Los tipos de seguro que deben tomarse en cuenta son aquellos que protegen al equipo de construcción en los siguientes casos:

- Transporte y maniobras de carga o descarga.
- Uso del equipo en la construcción.
- Responsabilidad civil derivada por daños a terceras personas.

El cargo horario por seguros debe definirse en función al capital medio invertido calculado por cualquiera de las formas mencionadas en el capítulo de intereses, aplicando a este valor, la tasa o prima anual que cobran las empresas aseguradoras y dividiéndolo entre el número de horas que las máquinas trabajen al año. Por todo lo anterior es conveniente considerar una prima anual del 2 % sobre el capital medio invertido para calcular este cargo.

#### d) Almacenaje

Siempre existirá un período durante el cual las máquinas permanezcan ociosas por falta de contratación o por condiciones climatológicas y en éstos casos será necesario estacionarlas y almacenarlas debidamente para evitar que sufran deterioro, razón por la cual existirá un cargo de almacenaje.

Las bases y normas para la contratación de obras públicas señalan que para calcular el almacenaje debe aplicarse la fórmula siguiente:

$$A = Ka D$$

En donde  $K_a$  es un coeficiente que multiplica a la depreciación por hora. El valor de este coeficiente es variable en función al tipo de empresa de que se trate, sin embargo, - - - frecuentemente se utiliza un 10 % de la depreciación. También se llega a considerar un 2 % anual del valor de adquisición.

#### d) Mantenimiento

Este cargo corresponde a las reparaciones mayores y menores que se le hagan a la máquina durante toda su vida económica para mantenerla en condiciones eficientes de trabajo y - - comprende reparaciones de campo y en taller realizadas por el propietario del equipo o en talleres ajenos.

El mantenimiento menor, casi siempre se hace en el campo y requiere de poco tiempo para efectuarlo en muchas ocasiones por el propio operador del equipo. El mantenimiento mayor que significa un costo más elevado puede tomar varios días para realizarse, casi siempre se lleva a cabo en talleres acondicionados para tal efecto.

Las bases y normas para la controlación de obras públicas señalan que este cargo debe hacerse en función de la depreciación mediante la aplicación de un coeficiente que es variable según el tipo de máquinas y la modalidad de la obra pues - será muy diferente el mantenimiento cuando se trabaja en condi-

ciones ligeras.

$$M = Q \times \text{Dep}$$

La mejor forma de determinar los cargos por mantenimiento será mediante un cuidadoso registro de todos los gastos que se hagan en este sentido como son de mano de obra, refacciones materiales, transportes, instalaciones y pagos a talleres ajenos.

Para llevar a efecto las reparaciones que requieran las máquinas durante su período de vida económica, es imprescindible contar con talleres, equipos, instalaciones y suministro oportuno de refacciones.

#### Cargos Variables

Son Cargos Variables los que se derivan de los consumos y salarios de operación del equipo.

#### Cargos por Consumos.

Los Cargos por Consumo son las erogaciones que provienen del uso de:

Fuente de energía matriz requeridas como son: combustible diesel o gasolina, electricidad, aire comprimido, vapor de agua, geotermica, nuclear, etc.

Aceites lubricantes para el carter del motor, transmisión mandos finales, sistemas hidráulicos y grasas.

Llantas cuyo importe debe deducirse del valor de adquisición de las máquinas para que puedan manejarse, como elementos de consumo.

Piezas de desgaste rápido, que no están incluidas en el cargo por mantenimiento.

a) Combustible

El cargo por combustible, se representa por:

$$E = C \times P_c$$

en donde:

$c$  = cantidad de combustible necesario por hora efectiva de trabajo.

$P_c$  = Precio del combustible que puede ser gasolina o diesel.

b) Lubricantes

Por lo que se refiere a lubricantes la fórmula que se

utiliza para determinar este cargo, es:

$$L = a \times P1$$

donde:

a = Cantidad de aceite lubricante necesario por hora efectiva de trabajo.

P1 = Precio de lubricante puesto en la máquina

c) Llantas.

Uno de los cargos más importantes en relación a los consumos en el que se deriva por el uso de llantas o neumáticos, que representan una parte substancial del precio del equipo nuevo, y que deben depreciarse a un ritmo más acelerado que la máquina. Este cargo se expresa mediante:

$$LI = \frac{VII}{HV}$$

donde:

Vel = precio de las llantas.

Hv = vida económica de las llantas.

La vida económica de las llantas se determina de acuerdo con experiencias directas para distintos equipos y condiciones de trabajo. Para ésto, a la vida básica de las llantas que es de 6000 horas, se aplican cada uno de los factores señalados en la tabla siguiente.

FACTORES DE VIDA UTIL DEL NEUMATICO  
PARA SER MULTIPLICADOS POR 6,000 HORAS

GRUPO A - MANTENIMIENTO (Incluye instalación):

Excelente	1.1
Medio	1.0
Pobre	0.7
Muy malo	0.4

GRUPO B - VELOCIDADES MAXIMAS:

10 MPH	1.2
20 MPH	1.0
30 MPH	0.8
40 MPH	0.5

GRUPO C - CURVAS:

Ninguna	1.1
Moderada	1.0
Severa, con ruedas simples	0.8
Severa, con ruedas dobles	0.7
Severa, con ruedas en tandem	0.6

GRUPO D - CAMINOS DE ACARREO & AREAS DE TRABAJO:

Nieve, compacta, camino no visible	3.0
Tierra dura, seca	1.0
Tierra blanda o arena, mantenida	1.0
Tierra blanda o arena, algunas rocas	0.8
Barro, común	0.8
Barro, abrasivo o con rocas	0.5
Camino de ripio, bien mantenido	0.9
Camino de ripio, poco mantenido	0.7
Material de voladura, carbón blando	0.9



Material de voladura, arcilla esquistosa blanda o caliza	0.7
Material de voladura, granito, gneis, trapa, basalto, arcilla esquistosa dura, caliza	0.6
Material de voladura, pizarra o esquisto	0.4
Material de voladura, lava, superficie dura	0.3
Material de voladura, obsidiana, vidrio volcánico, peder nal	0.1
Asfalto, limpio, mojado	1.4
Asfalto baja temperatura	1.2
Asfalto 45° - 75° F	1.0
Asfalto 75° - 100° F	0.8
Asfalto por encima de 100° F	0.5

GRUPO E - CARGAS DE LOS NEUMATICOS:

50% de subcarga	1.2
20% de subcarga	1.1
Recomendada por Tiro & Rim's Ass'n	1.0
10% de sobre carga	1.0
20% de sobre carga	0.8
40% de sobre carga	0.5

GRUPO F - POSICION DE LA RUEDA:

Delantera (sin tracción)	0.9
Conductora - volqueta	0.6
volqueta en tandem	0.7
volqueta de descarga inferior	0.7
motopala	0.6
cargador frontal	0.6
Remolque	1.0

GRUPO G - PENDIENTES, SOLAMENTE NAUMATICOS DE TRACCION:

Llano	1.0
Superficie firme = 5% máxima	0.9
10% máxima	0.8

15% máxima	0.7
25% máxima	0.4
Superficie suelta o resvaladiza	
6% máxima	0.6
10% máxima	0.6
15% máxima	0.4

GRUPO H - CONDICIONES VARIAS:

Favorable o neutra	1.5
Ninguna	1.0
Desfavorable	0.8
Muy desfavorable	0.6

(\*)::

VIDA UTIL ESTIMADA DEL NEUMATICO ( hs )= PRODUCTO DE 8 FACTORES DE VIDA UTIL DEL NEUMATICO X 6,000 HORAS.

Los grupos A a D y el Grupo H son condiciones generales para el vehículo completo. Los grupos E a G consideran al neumático en ejes específicos. Cuando se utilizan neumáticos del mismo tamaño en todos los ejes de un vehículo, pueden combinarse los factores de los Grupos E, F o G, para obtener un factor para el grupo. Por ejemplo, en el grupo E un vehículo con 10% de sobre carga (factor de 1.0) en el eje delantero y 20% de sobrecarga (factor de .8) en el eje tracero, tendría un factor de vehículo igual a .9 (promedio entre 1.0 y .8). El mismo razonamiento se aplica a los grupos F y G. En el grupo G un neumático sin tracción recibe un factor de 1.0.

## Cargo por operación

El cargo por operación de equipo se refiere a los salarios de los operadores de ayudantes incluyendo todas las prestaciones que señalan las leyes correspondientes, los cuales -- transformados a valores horarios forman parte del costo por hora efectiva de las máquinas.

El equipo siempre deberá contar con una persona que lo maneje y atienda, tanto en las horas efectivas de trabajo como en el resto del tiempo nunca deberá quedar una máquina sin el operador correspondiente, de tal suerte que se puede afirmar, que el cargo por operación del equipo sería el cociente de dividir las percepciones totales del personal durante la vida económica de la máquina entre el número de horas efectivas en el mismo período.

## RESUMEN FORMULA

### I. Cargos Fijos

a) Depreciación:  $D = (V_a - V_r) / V_e$

$V_a$ = valor de adquisición

$V_r$ = valor de rescate

$V_e$ = vida económica.

b) Inversión:  $I = (V_a + V_r) i/2Ha$

Va= Valor de adquisición

Vr= Valor de rescate

i= Taza de interés anual

Ha= Horas por año.

c) Seguros:  $S = ( Va + Vr ) / 5/2 Ha$

Va= Valor de adquisición

Vr= Valor de rescate

s= Prima anual de seguros

Ha= Horas por año

d) Almacenaje:  $A = Ka \times D$

Ka= coeficiente de almacenaje

D= Depreciación

e) Mantenimiento:  $T = Q \times D$

Q= factor de mantenimiento

D= Depreciación

## II. Cargos por Consumo

a) Combustible:  $E = C \times Pc$ ; E= Combustible por hora

Pc= Precio de combustible

- Diesel:

$E = 0.1514 \times H.P.OP \times \$ /hr.$  ( precio por lt o por -  
hora )

Gasolina:

$$E = 0.2271 \times \text{H.P.OP} \times \$ / \text{hr.}$$

H.P.OP. = Potencia de operación.

$\$ / \text{hr}$  = precio del combustible por hora

b) Lubricantes:  $L = a \text{ P1}$ ;  $a =$  es la cantidad de combustible por hora.

$\text{P1} =$  precio de los aceites.

$$a = \frac{c}{t} \times \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{H.P.OP} \times \text{lt/hr}$$

$c =$  Capacidad del cater (lts)

$t =$  Cambios de aceite (hrs)

c) Llantas:  $\frac{\text{V11}}{\text{Hv}}$ ;  $\text{V11} =$  Valor de las llantas  
 $\text{Hv} =$  vida económica en horas.

### III. Cargo por operación.

$$O = \frac{\text{So}}{\text{H}} ; \text{So} = \text{Salario} / \text{Turno promedio}$$

$$\text{H} = \text{Horas} / \text{Turno promedio}$$

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: RETROEXCAVADORA	TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N./DLL		
MODELO : 235	VALOR DE ADQUISICION EN US DLL	\$	355,877.00
MARCA : CARTERPILLAR	VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va)	\$	56,050,627.50
MOTOR : DIESEL	VALOR DE RESCATE 10.0 % Va (Vr)	\$	5,605,062.75
POTENCIA : 195 HP	VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve)		9800 HORAS
TASA INVERSION (i) 10.00 %	VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL)		0 HORAS
PRIMA SEGURO (S) 3.00 %	HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha)		1400 HORAS
MANTENIMIENTO (Q) 80.00 %	ALMACENAJE (Ka) 10.00 %		

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
CARGOS FIJOS			
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	$= \$ 50445564.75 / 9800 =$	$= \$ 5,147.50$
INVERSION	$I = ((Va = Vr) / 2Ha \times i$	$= \$ 22019.88 \times 0.1000 =$	$= \$ 2,201.98$
SEGUROS	$S = ((Va = Vr) / 2Ha \times s$	$= \$ 22019.88 \times 0.0300 =$	$= \$ 660.59$
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	$= 0.10 \times 5147.50 =$	$= \$ 514.75$
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 0.80 \times 5147.50 =$	$= \$ 4,118.00$

SUMA CARGOS FIJOS \$ 12,642.82

CARGOS POR CONSUMOS

COMBUSTIBLES	$E = Cc \times Pc = 0.170$	$\times 195 \text{ HP} \times \$ 17.52/\text{LT} =$	$= \$ 580.78$
LUBRICANTES	$L = Cl \times Pl = [c/t + 0.0035(195 \text{ HP})]$	$\times \$ 140.65/\text{LT} =$	$= \$ 109.70$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
	VLL = SUMA	= \$	0.00
	LL = VLL / HLL	= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00

SUMA GARGOS POR CONSUMOS \$ 690.48

CARGOS POR OPERACION

No. PERSONAL.	SALARIO REAL	IMPORTE
1 OPERADORES	$\times \$ 5824.34 / \text{TURNO} =$	$= \$ 5824.34 / \text{TURNO}$
0 AYUDANTES	$\times \$ 0.00 / \text{TURNO} =$	$= \$ 0.00 / \text{TURNO}$
	SO / TURNO = SUMA	= \$ 5824.35 / TURNO
	SO / TURNO	\$ 5824.34 / TURNO
0 = - - - - -	- - - - -	= \$ 728.04 / HR
8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO	

SUMA CARGOS POR OPERACION \$ 728.04

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 14,061.34

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: DRAGA 3/4	TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N. / D.L.	
MODELO : LS 68	VALOR DE LA ADQUISICION EN US D.L.	\$ 131,111.00
MARCA : LINK BELT	VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va)	\$ 20,650,000.00
MOTOR : DIESEL	VALOR DE RESCATE 10.0 % Va (Vr)	\$ 2,065,000.00
POTENCIA : 67 HP	VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve)	9 800 HORAS
TASA INVERSION (i) 55.00 %	VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL)	0 HORAS
PRIMA SEGURO (S) 3.00 %	HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha)	1 400 HORAS
MANTENIMIENTO (Q) 80.00 %	ALMACENAJE (Ka) 10.00 %	

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
<b>CARGOS FIJOS</b>			
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	$= \$ 18585000.00 / 9800$	$= \$ 1,896.42$
INVERSION	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) \times i$	$= \$ 8112.50 \times 0.5500$	$= \$ 4,461.87$
SEGUROS	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) \times s$	$= \$ 8112.50 \times 0.0300$	$= \$ 243.37$
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	$= 0.10 \times \$ 1896.42$	$= \$ 189.64$
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 0.80 \times \$ 1896.42$	$= \$ 1,517.13$
		<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>	<b>\$ 8,308.43</b>

<b>CARGOS POR CONSUMOS</b>			
COMBUSTIBLES	$E = Cc \times Pc = 0.170$	$\times 67 \text{ HP} \times \$ 17.52/\text{LT}$	$= \$ 199.55$
LUBRICANTES	$L = Cl \times Pl = [c/t + 0.0030 (67 \text{ HP})]$	$\times \$ 140.65/\text{LT}$	$= \$ 37.69$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
	VLL = SUMA	= \$	0.00
	LL = VLL / HLL	= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00
		<b>SUMA CARGOS POR CONSUMOS</b>	<b>= \$ 237.24</b>

CARGOS POR OPERACION		SALARIO REAL		IMPORTE	
No.	PERSONAL				
1	OPERADORES	x \$ 6884.22 / TURNO	= \$ 6484.22 / TURNO		
0	AYUDANTES	x \$ 0.00 / TURNO	= \$ 0.00 / TURNO		
		SO / TURNO = SUMA	= \$ 6484.22 / TURNO		
		SO / TURNO	\$ 6484.22 / TURNO		
0	- - - - -	- - - - -	= - \$ 810.52 / HR		
	8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO			
		<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>	<b>\$ 810.52</b>		

**COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 9,356.19**

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: RETROEXCAVADORA	TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N. / DLL		
MODELO : LC 80	VALOR DE ADQUISICION EN US DLL	\$	63,365.00
MARCA : POCLAIN	VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va)	\$	9,980,000.00
MOTOR : DIESEL	VALOR DE RESCATE 10.00 % Va (Vr)	\$	998,000.00
POTENCIA : 89 HP	VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve)		8400 HORAS
TASA INVERSION (i)	55.00 % VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL)		0 HORAS
PRIMA SEGURO (S)	3.00 % HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha)		1400 HORAS
MANTENIMIENTO (Q)	80.00 % ALMACENAJE (Ka) 10.00 %		

CARGO                      FORMULA                      CALCULO                      COSTO HORARIO

CARGOS FIJOS

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	= \$ 8982000.00 / 8400 =	\$ 1,069.28
INVERSION	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) \times i$	= \$ 3920.71 x 0.5500 =	\$ 2,156.39
SEGUROS	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) \times s$	= \$ 3920.71 x 0.0300 =	\$ 117.62
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	= 0.10 x \$ 1069.28 =	\$ 106.92
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	= 0.80 x \$ 1069.28 =	\$ 855.42

SUMA CARGOS FIJOS                      \$ 4,305.63

CARGOS POR CONSUMOS

COMBUSTIBLES	$E = Cc \times Pc = 0.170$	x 89 HP	x \$ 17.52/LT=	\$ 265.07
LUBRICANTES	$L = C1 \times P1 = [c/t + 0.0030(89 HP)]$	x	\$ 140.65/LT=	\$ 50.07

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
	VLL = SUMA	=	\$ 0.00
	LL = VLL / HLL	=	\$ 0.00 / 0 HR = \$ 0.00

SUMA CARGOS POR CONSUMOS                      \$ 315.14

CARGOS POR OPERACION

No. PERSONAL		SALARIO REAL	IMPORTE
1 OPERADORES	x	\$ 5824.34 / TURNO	= \$ 5824.34 / TURNO
0 AYUDANTES	x	\$ 0.00 / TURNO	= \$ 0.00 / TURNO
	SO / TURNO	= SUMA	= \$ 5824.34 / TURNO
0	SO / TURNO	\$ 5824.34 / TURNO	
0	-----	-----	= \$ 728.04 / TURNO
	8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO	

SUMA CARGOS POR OPERACION                      \$ 728.04

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA                      \$ 5,348.81



COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA : DRAGA 2 1/2	TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N. / DLL	
MODELO : LS 318	VALOR DE ADQUISICION EN US DLL	\$ 458,074.00
MARCA : LINK BELT	VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va)	\$ 72,146,704.00
MOTOR : DIESEL	VALOR DE RESCATE 10.00 % Va (Vr)	\$ 7,214,670.40
POTENCIA : 198 HP	VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve)	12600 HORAS
TASA INVERSION (i) 55.00	%VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL)	0 HORAS
PRIMA SEGURO (S) 3.00	%HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha)	1400 HORAS
MENTENIMIENTO (Q) 80.00	%ALMACENAJE (Ka) 10.00 %	

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
CARGOS FIJOS			
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	$= \$ 64932033.60 / 12600 =$	$= \$ 5,153.33$
INVERSION	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) \times i$	$= \$ 28343.34 \times 0.5500 =$	$= \$ 15,588.83$
SEGUROS	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) \times s$	$= \$ 28343.34 \times 0.0300 =$	$= \$ 850.30$
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	$= 0.10 \times \$ 5153.33 =$	$= \$ 515.33$
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 0.80 \times \$ 5153.33 =$	$= \$ 4,122.66$

SUMA CARGOS FIJOS \$ 26,230.45

CARGOS POR CONSUMOS

COMBUSTIBLES	$E = Cc \times Pc = 0.170$	$\times 178 \text{ HP} \times \$ 17.52/\text{LT} =$	$= \$ 530.15$
LUBRICANTES	$L = Cl \times Pl = [c/t + 0.0035(178 \text{ HP})]$	$\times \$ 140.65/\text{LT} =$	$= \$ 100.14$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
	VLL = SUMA	= \$	0.00
	LL = VLL / HLL	= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00

SUMA CARGOS POR CONSUMOS = \$ 630.29

CARGOS POR OPERACION

No. PERSONAL	SALARIO REAL	IMPORTE
1 OPERADORES	$\times \$ 6484.22 / \text{TURNO} =$	$= \$ 6484.22 / \text{TURNO}$
0 AYUDANTES	$\times \$ 0.00 / \text{TURNO} =$	$= \$ 0.00 / \text{TURNO}$
	SO / TURNO = SUMA =	$= \$ 6484.22 / \text{TURNO}$
	SO / TURNO	$= \$ 6484.22 / \text{TURNO}$
0 = - - - - -	= - - - - -	$= \$ 810.22 / \text{TURNO}$
8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO	

SUMA CARGOS POR OPERACION \$ 810.52

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 27,671.26

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: GRUA S/NEUN 50 T	TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N. / DLL	\$	414,869.00
MODELO : HTC 50	VALOR DE ADQUISICION EN US DLL	\$	65,341,867.50
MARCA : LINK BELT	VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va)	\$	6,534,186.75
MOTOR : DIESEL	VALOR DE RESCATE 10.0 % Va (Vr)	\$	13600 HORAS
POTENCIA : 238 HP	VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve)		0 HORAS
TASA INVERSION (i) 10.00 %	VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL)		1700 HORAS
PRIMA SEGURO (S) 3.00 %	HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha)		
MANTENIMIENTO (Q) 100.00 %	ALMACENAJE (Ka) 10.00 %		

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
<b>CARGOS FIJOS</b>			
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	$= \$ 58807680.75 / 13600$	$= \$ 4,324.09$
INVERSION	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) \times i$	$= \$ 21140.01 \times 0.1000$	$= \$ 2,114.00$
SEGUROS	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) \times s$	$= \$ 21140.01 \times 0.0300$	$= \$ 634.20$
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	$= 0.10 \times \$ 4324.09$	$= \$ 432.40$
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 1.00 \times \$ 4324.09$	$= \$ 4,324.09$
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>			<b>\$ 11,828.78</b>

<b>CARGOS POR CONSUMOS</b>			
COMBUSTIBLES	$E = Cc \times Pc = 0.170$	$\times 238 \text{ HP} \times \$ 17.52/\text{LT}$	$= \$ 708.85$
LUBRICANTES	$L = Cl \times Pl = [c/t + 0.0035(238 \text{ HP})]$	$\times \$ 140.65/\text{LT}$	$= \$ 133.89$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
VLL= SUMA		= \$	0.00
LL = VLL / HLL		= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMOS</b>			<b>\$ 842.74</b>

<b>CARGOS POR OPERACION</b>			
No. PERSONAL		SALARIO REAL	IMPORTE
1 OPERADORES	x	\$ 7773.08 / TURNO	= \$ 7773.08 / TURNO
0 AYUDANTES	x	\$ 0.00 / TURNO	= \$ 0.00 / TURNO
	SO /	TURNO = SUMA =	\$ 7773.08 / TURNO
	SO / TURNO	\$ 7773.08 / TURNO	
0	=	- - - - -	= \$ 971.63 / HR
	8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO	

SUMA CARGOS POR OPERACION \$ 971.63

**COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 13,643.15**

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: ALMEJA GUIADA TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N. / DLL  
 MODELO : 24 x 2 2 x 6 VALOR DE ADQUISICION EN US DLL \$ 22,857.00  
 MARCA : MARIN VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va) \$ 3,600,000.00  
 MOTOR : VALOR DE RESCATE 10.00 % Va (Vr) \$ 360,000.00  
 POTENCIA : VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve) 6400 HORAS  
 TASA INVERSION (i) 55.00 % VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL) 0 HORAS  
 PRIMA SEGURO (S) 3.00 % HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Hla) 1600 HORAS  
 MANTENIMIENTO (Q) 90.00 % ALMACENAJE (Ka) 10.00 %

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
CARGOS FIJOS			
DEPRECIACION	$D = (V_a - V_r) / V_e$	$= \$ 3240000.00 / 6400 = \$$	506.25
INVERSION	$I = ((V_a + V_r) / 2H_a) \times i$	$= 1237.50 \times 0.5500 = \$$	680.62
SEGUROS	$S = ((V_a + V_r) / 2H_a) \times s$	$= 1237.50 \times 0.0300 = \$$	37.12
ALMACENAJE	$A = K_a \times D$	$= 0.10 \times \$ 506.25 = \$$	50.62
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 0.90 \times \$ 506.25 =$	455.62
SUMA CARGOS FIJOS			\$ 1,730.23

CARGOS POR CONSUMOS

COMBUSTIBLES  $E = C_c \times P_c = 0.000 \times 0 \text{ HP} \times \$ 0.00/\text{LT} = \$ 0.00$   
 LUBRICANTES  $L = C_l \times P_l = [c/t + 0.0035(0 \text{ HP})] \times \$ 140.65/\text{LT} = \$ 0.00$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
VLL = SUMA		= \$	0.00
LL = VLL / HLL		= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00
SUMA CARGOS POR CONSUMOS			\$ 0.00

CARGOS POR OPERACION

No. PERSONAL	SALARIO REAL	IMPORTE
1 OPERADORES x	\$ 0.00 / TURNO = \$	0.00 / TURNO
0 AYUDANTES x	\$ 0.00 / TURNO = \$	0.00 / TURNO
SO / TURNO	= SUMA = \$	0.00 / TURNO
0 - - - - -	\$ 0.00 / TURNO	0.00 / HR
0 HRS / TURNO	0 HRS / TURNO	
SUMA CARGOS POR CONSUMOS \$ 0.00		

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 1,730.23

COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA: GRUA S/ ORUG 55 T TIPO DE CAMBIO: \$ 157.50 M.N./DLL  
 MODELO : LS 118 VALOR DE ADQUISICION EN US DLL \$ 446,826.00  
 MARCA : LINK BELT VALOR DE ADQUISICION M.N. (Va) \$ 70,375,095.00  
 MOTOR : DIESEL VALOR DE RESCATE 10.00 % Va (Vr) \$ 7,037,509.50  
 POTENCIA : 165 HP VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA (Ve) 13600 HORAS  
 TASA INVERSION (i) 10.00 % VIDA ECONOMICA DE LLANTAS (VLL) 0 HORAS  
 PRIMA SEGURO (S) 3.00 % HORAS EFECTIVAS POR AÑO (Ha) 1700 HORAS  
 MANTENIMIENTO (Q) 100.00 % ALMACENAJE (Ka) 10.00 %

CARGO	FORMULA	CALCULO	COSTO HORARIO
CARGOS FIJOS			
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve$	$= \$ 63337585.50 / 13600 = \$$	4,657.17
INVERSION	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) \times i$	$= \$ 22768.41 \times 0.1000 = \$$	2,276.84
SEGUROS	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) \times s$	$= \$ 22768.41 \times 0.0300 = \$$	683.05
ALMACENAJE	$A = Ka \times D$	$= 0.10 \times \$ 4657.17 = \$$	465.71
MANTENIMIENTO	$T = Q \times D$	$= 1.00 \times \$ 4657.17 = \$$	4,657.17
		<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>	<b>\$ 12,739.94</b>

CARGOS POR CONSUMO  
 COMBUSTIBLES  $E = Cc \times Pc = 0.170 \times 165 \text{ HP} \times \$ 17.52/\text{LT} = \$ 491.43$   
 LUBRICANTES  $L = Cl \times Pl = [c/t + 0.0035(165 \text{ HP})] \times \$ 140.65/\text{LT} = \$ 92.82$

LLANTAS	MEDIDA	VALOR	IMPORTE
0		\$ 0.00	\$ 0.00
0		\$ 0.00	\$ 0.00
	VLL = SUMA	= \$	0.00
	LL = VLL / HLL	= \$	0.00 / 0 HR = \$ 0.00
			<b>SUMA CARGOS POR CONSUMOS \$ 584.25</b>

CARGOS POR OPERACION		SALARIO REAL	IMPORTE
No. PERSONAL			
1 OPERADORES	$\times \$ 7773.08 / \text{TURNO} =$	$\$ 7773.08 / \text{TURNO}$	
0 AYUDANTES	$\times \$ 0.00 / \text{TURNO} =$	$\$ 0.00 / \text{TURNO}$	
	SO / TURNO = SUMA =	$\$ 7773.08 / \text{TURNO}$	
0 = - - - - -	= - - - - -	= - - - - -	$\$ 971.63 / \text{HR}$
8 HRS / TURNO	8 HRS / TURNO		
		<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>	<b>\$ 971.63</b>

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 14,295.82

CAPITULO V

" RENDIMIENTO "

## RENDIMIENTO

El rendimiento de una pala mecánica esta afectado por numerosos factores como son: el tipo de material, condiciones de trabajo, la profundidad de corte, la habilidad del operador, etc.

El rendimiento de las palas se expresa generalmente en yardas cúbicas por hora o en metros cúbicos por hora, basandose en el volúmen medido en banco. La capacidad de los cucharones está basado en su volúmen medido al ras.

El rendimiento óptimo se calcula en base a la capacidad del cucharón así como el tipo de materias con el que se esté - trabajando, pero este rendimiento muy rara vez se llega a presentar, debido a los diferentes factores que lo afectan.

Rendimiento de una pala mecánica convencional. Entre - los diferentes factores que intervienen en el rendimiento de la pala mecánica podemos mensionar los siguientes:

- Clase de material.- Este factor es de gran importancia, dado que afecta el rendimiento ideal ( el medido al ras -

del cucharón ) en gran magnitud debido a que en algunas - - -  
 ocasiones el volúmen que recoge el cucharón es menor o mayor. -  
 Para poder obtener el volúmen medido en banco es necesario con-  
 siderar el volúmen promedio en estado suelto ( Vps ) el cual se  
 dividirá entre uno, más el coeficiente de abundamiento expresa-  
 do en fracción decimal, es decir: si tenemos un cucharón de -  
 3 Yd cúbicas excavando un material cuyo coeficiente de abunda-  
 miento es del 30 % el volúmen promedio suelto será 3.30 con lo  
 que el volúmen medido en banco ( Vmb ) será igual a:

$$Vmb = \frac{Vps}{1 + c \text{ ABUND}} = \frac{3.30}{1 + 0.30} = 2.53$$

La tabla que a continuación se presenta nos da los ren-  
 dimientos ideales medidos en banco, en yardas cúbicas por hora.  
 Con una profundidad óptima de corte y un ángulo de oscilación -  
 de 90 °.

TABLA V - 1

CLASE DE MATERIAL	TAMAÑO DE LA PALA									
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	
LAMA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	85	115	165	205	250	285	320	355	405	
ARENA Y GRAVA	80	110	155	200	230	270	300	330	390	
TIERRA ORDINARIA BUENA	70	95	135	175	210	240	270	300	350	
ARCILLA DURA RESISTENTE	50	75	110	145	180	210	235	265	310	
ROCA DINAMITADA	40	60	95	125	155	180	205	230	275	
ARCILLA HUMEDA PEGAJOSA	25	40	70	95	120	145	165	185	230	
ROCA MAL DINAMITADA	15	25	50	75	95	115	140	160	195	

- Profundidad de Corte.- La profundidad óptima de corte es aquella en la cual se produce el mayor rendimiento y a la cual el cucharón puede subir con toda su carga. Esta profundidad varía según el tipo de terreno y el tamaño del cucharón.

Cuando se presenta una profundidad menor que la requerida es imposible llenar el cucharón en una sola pasada lo que trae como consecuencia que el tiempo del ciclo de la pala - - aumente y esto a su vez produce una disminución en el rendimiento. En el caso de que la profundidad de corte sea mayor que la óptima, también habrá un incremento en el ciclo de la pala debido a que se tendrán derrames que posteriormente deberán recogerse afectandose así el rendimiento de la pala.

Para poder obtener el factor de conversión para la profundidad de corte, es necesario sacar el porcentaje de profundidad óptima, el cual se obtendrá dividiendo la profundidad real de corte entre la profundidad óptima para el tipo de material y tamaño de cucharón dados, multiplicando por último el resultado por 100.

En la tabla V - 2, se presenta la profundidad óptima ( ft ), en base al tipo de material así como al tamaño del cucharón:



TABLA V - 2

CLASE DE MATERIAL	TAMAÑO DE LA PALA								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
LAMA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	3.8	4.6	5.3	6.0	6.5	7.0	7.4	7.8	8.4
ARENA Y GRAVA	3.8	4.6	5.3	6.0	6.5	7.0	7.4	7.8	8.4
TIERRA ORDINARIA BUENA	4.5	5.7	6.8	7.8	8.5	9.2	9.7	10.2	11.2
ARCILLA DURA RESISTENTE	6.0	7.0	8.0	9.0	9.8	10.7	11.5	12.2	13.3
ROCA DINAMITADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARCILLA HUMEDA PEGAJOSA	6	7.0	8.0	9.0	9.8	10.7	11.5	12.2	13.3
ROCA MAL DINAMITADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Angulo de Oscilación.- Es el ángulo horizontal - expresado en grados, entre la posición del cucharón al momento de excavar y su posición cuando está descargando. Cuando el ángulo de oscilación aumenta, el tiempo del ciclo aumenta; en tanto que si disminuye, el tiempo del ciclo también disminuirá.

En la tabla siguiente se muestran los factores de conversión para la profundidad y el ángulo de oscilación.

TABLA V - 3

PORCENTAJE DE PROFUNDIDAD - OPTIMA.	ANGULO DE OSCILACION						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

- Condiciones de la obra.- Este factor depende de un elemento muy importante que es el juicio del proyectista, el cual deberá de estar consiente de las condiciones de trabajo con las cuales se contará durante la realización de la obra como son: el tipo de material, el camino por el que se circulará, el clima que se tendrá el lugar donde se trabajará, etc., tomando todo esto en cuenta, el proyectista podrá seleccionar entre excelentes, buenas, medianas y malas. No existe ninguna norma la cual pueda emplearse para la clasificación de las obras.

- Condiciones de Administración.- Es de gran importancia que la administración de la obra sea lo más eficientemente posible para obtener un mejor rendimiento, por lo cual -

se recomienda que: el engrase y lubricación del equipo se haga correctamente, revisar las piezas de la máquina que están sujetas a mayor desgaste, mantener las refacciones en la obra que estén sujetas a mayor desgaste, proporcionar supervisores que mantengan un buen avance en la obra, etc. Las condiciones de administración pueden clasificarse como excelentes, buenas, medianas o malas.

La siguiente tabla nos muestra los factores de corrección por condiciones de obra y administración.

TABLA V - 4

CONDICIONES DE OBRA	CONDICIONES DE ADMINISTRACION			
	EXCELENTES	BUENAS	MEDIANAS	MALAS
EXCELENTE	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
MEDIANAS	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.61	0.57	0.52

Ejemplo:

Se tiene una pala de  $1\frac{1}{2}$  Yd<sup>3</sup> para excavar tierra ordinaria con una profundidad de corte de 7 pies. Un análisis en la obra indica un ángulo de oscilación de 75°. Las condiciones de la obra son buenas y las condiciones de administración son buenas.

Determinar la producción por hora.

Datos:

Pala  $1\frac{1}{2}$  Yd<sup>3</sup>

Tierra ordinaria

Profundidad de corte 7 ft

Angulo de oscilación 75°

Condiciones de obra buenas

Solución:

De la tabla V - 1 Rendimiento ideal = 285 Yd<sup>3</sup> / hr.

De la tabla V - 2 Profundidad optima 7 ft

$$\% \text{ de profundidad } \frac{7 \text{ ft}}{7 \text{ ft}} \times 100 = 100$$

De la tabla V - 3 el factor de profundidad y ángulo de oscilación es = 1.07

De la tabla V - 4 el factor cond.de obra = 0.75

$$\begin{aligned} \therefore \text{ Producción} &= 285 \text{ Yd}^3 (1.07) (0.75) = \\ &= 228.7 \text{ Yd}^3 \end{aligned}$$

El Rendimiento de la Retroexcavadora.- Se ve afectado principalmente por:

- Clase de material.- Existe una gran variedad de materiales los cuales en su mayoría están afectados por diversos parámetros como son: el contenido de humedad, la facilidad de manejo, el ángulo de reposo, el peso del material, etc.

Todos estos parámetros que afectan el material, repercuten en el rendimiento de la máquina unos en un grado mayor que otros; por ejemplo si el contenido de agua es muy alto o muy bajo, el rendimiento estará afectando de manera considerable. En el primero de los casos habrá una cantidad de agua tal que el cucharón no podrá extraer la cantidad de material suficiente para llenar el cucharón. En el segundo caso el contenido de agua será tan bajo, que al tratar de obtener el material debido a su dureza sólo se llenará una parte del cucharón requiriendo así, otro ataque para poder extraer más material con lo que el rendimiento disminuirá de manera considerable.

En la siguiente tabla se muestra la producción por hora en función del tipo de material y el tamaño del cucharón:

TABLA V - 5

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DEL CUCHARON							
	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	
LAMA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	(76)	(100)	(145)	(195)	(245)	(295)	(340)	
	100	130	190	255	320	385	445	
ARENA Y GRAVA	(72)	(90)	(138)	(180)	(230)	(280)	(325)	
	95	120	180	240	300	365	425	
TIERRA COMUN	(65)	(82)	(125)	(170)	(210)	(250)	(295)	
	85	110	165	220	275	330	385	
ARCILLA DURA DENSA	(57)	(76)	(110)	(150)	(188)	(225)	(265)	
	75	100	145	195	245	295	345	
ROCA DE VOLADURA BIEN FRAGMENTADA	(53)	(68)	(105)	(140)	(180)	(215)	-	
	70	90	140	188	235	280		
EXCAVACION COMUN CON ROCAS	(50)	(65)	(100)	(130)	(168)	(200)	-	
	65	85	130	175	220	265		
ARCILLA MOJADA - - PEGAJOSA	(45)	(60)	(95)	(125)	(160)	(195)	-	
	60	80	125	165	210	255		
ROCA DE VOLADURA - MAL FRAGMENTADA	-	-	(80)	(105)	(138)	(165)	-	
			105	140	180	215		

Esta tabla se elaboró en base a: volúmen medido en -  
banco, horas 50 minutos, profundidad de corte de 4.5 m - - -

( 15 pies ), ángulo de giro 60°.

- Factor de eficiencia.- Este factor corresponde al tiempo efectivo trabajado en una hora, se puede clasificar de la siguiente manera:

TABLA V - 6

CONDICIONES	Min / hora	%	Factor
Excelente	55	92	1.1
Medio	50	83	1.0
Malo	45	75	0.9
Muy malo	40	67	0.8

- Profundidad de corte.- La profundidad de corte - está limitada por el alcance del brazo, el cucharón y la pluma. Cuando la profundidad es moderada, el rendimiento que se obtiene es bastante similar al de una pala frontal, de tamaño similar. Sin embargo a medida que aumenta la profundidad, el rendimiento disminuye considerablemente.

El mayor rendimiento se obtiene cuando se excava - cerca de la máquina, debido a que el material cae más - fácilmente en el cucharón.

En la siguiente tabla se muestran los Factores de --  
Profundidad de Corte.

TABLA V - 7

PROF. MAXIMA		PROF. PROMEDIO		FACTOR
PIES	METROS	PIES	METROS	
5	1.5	2.5	0.75	0.97
10	3.0	5	1.5	1.15
15	4.5	7.5	2.25	1.00
20	6.0	10	3.0	0.95
25	7.6	12.5	3.8	0.85
30	9.1	15	4.5	0.75

- Factor por Angulo de Giro.- Es el ángulo que debe de girar la máquina de la posición de excavar hasta la posición de descargar, a medida que el ángulo de giro es más grande el ciclo de la retroexcavadora aumenta y trae como consecuencia una disminución en el rendimiento.

En la tabla siguiente se muestra el factor por ángulo de giro:



TABLA V - 8

GIRO EN GRADOS	FACTOR
45°	1.05
60°	1.00
75°	0.93
90°	0.86
120°	0.76
180°	0.61

- Factor de Carga.- Este factor se refiere al tipo de material que se va a cargar que puede ir desde tierra ordinaria hasta roca mal fragmentada. El tipo de carga lo podemos clasificar de la siguiente manera:

TABLA V - 9

CARGA	FACTOR
CARGA FACIL	0.90 - 1.0
CARGA MEDIA	0.80 - 0.90
CARGA DIFICIL	0.65 - 0.80
CARGA MUY DIFICIL	0.40 - 0.65

Ejemplo:

Se requiere una producción mensual de 20 000 m<sup>3</sup> en un terreno de suelo arcilloso difícil de cargar a una profundidad máxima de excavación de 8.0 m en un ángulo de giro de 80°. - - Determinar que capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabaja un turno con una eficiencia de 50 min / - hora.

#### DATOS

Producción mensual requerida	20 000 m <sup>3</sup>
Tipo de suelo	ARCILLOSO
Prof. Max. de Excavación	8.00 m
Angulo de Giro	80°
Factor de Eficiencia	83%

Determinar: Capacidad de la retroexcavadora requerida.

#### SOLUCION

A). Rendimiento Requerido

Días trabajados en un mes 24 días

Horas trabajadas en el mes 24 días x  $\frac{8 \text{ Hrs}}{\text{día}}$  x 0.833

= 160 Hrs.

Rendimiento Requerido =  $\frac{20\,000 \text{ m}^3}{160 \text{ Hrs}}$  = 125 m<sup>3</sup> / hora

B). Factores de Ajuste

	Factor
Factor po eficiencia ( tabla V-6 )	1.0
Factor de profundidad de corte pro fundidad máxima 8.00 m ( tabla V-7 )	0.823
Factor por ángulo de giro giro 80° ( tabla V-8 )	0.907
Factor de cargabilidad del material carga difícil ( tabla V-9 )	0.70

C). Rendimiento necesario

$$\begin{aligned} R_n^N &= \frac{\text{Rendimiento requerido}}{\text{Prod. de los factores}} \\ &= \frac{125 \text{ m}^3 / \text{hora}}{1.0 \times 0.823 \times 0.907 \times 0.70} \\ &= 239.22 \text{ m}^3 / \text{hora} \end{aligned}$$

•. De la tabla V-5 con el rendimiento necesario y el tipo de material tenemos que se considera apropiado un equipo con un cucharón de 3 Yd<sup>3</sup>.

Rendimiento de una Draga:

El rendimiento de éstas máquinas varía en función de - los siguientes factores:

- Clase de material.- El tipo de material tiene una gran importancia debido a que dependiendo de este, así como de la longitud de la pluma podrán manejarse diferentes tamaños de cucharón. Por ejemplo: si tenemos un material muy difícil de excavar, se recomienda usar un cucharón más pequeño al usual, - con esto podrá reducirse la resistencia de excavación, y se - mejorará el rendimiento de la máquina.

Cuando se tiene que el peso volumetrico del material - es alto o que la longitud de la pluma es muy larga, será necesario cuidar que no se rebase la capacidad máxima de levanta - miento de la máquina, porque si esto sucede, esta se volteará. Para evitarlo, será necesario reducir el tamaño del cucharón - empleado.

La producción deberá expresarse en yardas cúbicas por hora medida en banco. Este volumen puede estimarse multipli - cando el volumen suelto promedio del cucharón, por el número - de ciclos por hora y dividiendose entre 1, más el abundamiento de tierra expresado como fracción. Por ejemplo, si tenemos un cucharón de 2 Yd cúbicas, excavando material cuyo abundamiento es del 25 %, puede manejar un volumen suelto promedio .25 - - Yd cúbicas, el volumen medido en banco será de  $2.25 \div 1.25 = 1.80$  Yd cúbicas. Si la draga puede efectuar 3 ciclos por -

minuto tendremos un rendimiento de  $3 \times 184 = 5.52$  Yd cu por min. ó 331.2 Yd cu por Hr medida en banco. Este es un rendimiento ideal y que muy pocas veces se vé.

En la siguiente tabla se muestra los rendimientos - - ideales para diferentes tipos de materiales y cucharones - con pluma corta en yardas cúbicas por hora.

TABLA V - 10

CLASE DE MATERIAL	TAMAÑO DE CUCHARON								
	3/8	1/2	1/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
LAMA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	70	95	130	160	195	220	245	265	305
ARENA Y GRAVA	65	90	125	155	185	210	235	255	295
TIERRA ORDINARIA	55	75	105	135	165	190	210	230	265
ARCILLA COMPACTADA	35	55	90	110	135	160	180	195	230
ARCILLA PEGAJOSA HUMEDA	20	30	55	75	95	110	130	145	165

- Profundidad de corte y ángulo de oscilación.- Al igual que las máquinas anteriores, lo ideal es que se trabaje con la profundidad óptima de corte y un ángulo de oscilación de 90 °.

Para poder obtener el factor de corrección es necesario obtener el porcentaje de profundidad de corte, y se obtiene dividiendo, la profundidad de corte dada, entre la profundidad óptima de corte; esta se obtiene de la siguiente tabla y depende de la clase de material y tamaño de cucharón.

TABLA V - 11 Para draga con pluma corta.

TABLA V - 11

CLASE DE MATERIAL	TAMAÑO DE CUCHARON								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
LAMA HUMEDA O ARCILLA ARENOSA	5.0	5.5	6.0	6.6	7.0	7.4	7.7	8.0	8.5
ARENA Y GRAVA	5.0	5.5	6.0	6.6	7.0	7.4	7.7	8.0	8.5
TIERRA ORDINARIA	6.0	6.7	7.4	8.0	8.5	9.0	9.5	9.9	10.5
ARCILLA COMPACTA DURA	7.3	8.0	8.7	9.3	10.0	10.7	11.3	11.8	12.3
ARCILLA PEGAJOSA HUMEDA	7.3	8.0	8.7	9.3	10.0	10.7	11.3	11.8	12.3

Una vez obtenido el porcentaje de profundidad optima y con el ángulo de oscilación se procederá a obtener el factor de corrección. En caso de que se tengan valores intermedios será necesario realizar una interpolación.

En la siguiente tabla se da el factor de corrección por efecto de la profundidad de corte y del ángulo de oscilación.

TABLA V - 12

PORCENTAJE DE PROFUNDIDAD	ANGUIO DE OSCILACION							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.985	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

- Condiciones de obra y de administración.- Existen condiciones sobre las cuales no se tiene control alguno, estas se van presentando en el transcurso de la obra, y es difícil tratar de evitarlas. Por otra parte existen condiciones que se pueden mejorar, como son el estado de las máquinas, suministro correcto de equipo, buen personal, etc., estas condiciones se conocen como de administración.

El factor de corrección por condiciones de obra y administración se expresan en la siguiente tabla.

TABLA V - 13

CONDICIONES DE OBRA	CONDICIONES DE ADMINISTRACION			
	EXCELENTE	BUENAS	MEDIANAS	MALAS
EXCELENTES	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
MEDIANAS	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.61	0.57	0.52



- Existe un parametro muy importante dentro de la producción de las dragas que es, el tamaño del cucharón y la longitud de la pluma. Cuando se selecciona un determinado tipo y tamaño de cucharón debe tomarse en cuenta su peso y además el peso del material suelto, con que se esté trabajando para que permanezcan las condiciones de equilibrio.

En general se conocen tres tipos de cucharones: Los ligeros.- que se emplean cuando el material puede excavar con facilidad, como lama arenosa, arcilla arenosa, etc. Los medianos.- que se emplean en excavaciones en general, como en arcilla, grava suelta, etc. Los pesados.- que se emplean para manejar roca dinamitada, material altamente abrasivo.

Existen cucharones con perforaciones que permiten la salida del agua y tienen por objeto aligerar el peso del material.

En las tablas siguientes se muestran los rangos de trabajo típicos para una draga con contrapeso máximo y capacidades, pesos y dimensiones representativas de los cucharones de las dragas.

TABLA V - 14

LONG. DE PLUMA 50 ft						
CAPACIDAD lb	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
ANGULO DE LA PLUMA GRAD.	20	25	30	35	40	45
RADIO DE DESCARGA ft	55	50	50	45	45	40
ALTURA DE DESCARGA ft	10	14	18	22	24	27
PROF. MAXIMA DE EXCAVACION	40	36	32	28	24	20
LONG. DE PLUMA 60 ft						
CAPACIDAD lb	10 500	11 000	11 800	12 000	12 000	12 000
ANGULO DE LA PLUMA GRAD.	20	25	30	35	40	45
RADIO DE DESCARGA ft	65	60	55	55	52	50
ALTURA DE DESCARGA ft	13	18	22	26	31	35
PROF. MAXIMA DE EXCAVACION	40	39	36	28	24	20
LONG. DE PLUMA 70 ft						
CAPACIDAD lb	8 000	8 500	9 200	10 000	11 000	11 800
ANGULO DE LA PLUMA GRAD.	20	25	30	35	40	45
RADIO DE DESCARGA ft	75	73	70	65	60	55
ALTURA DE DESCARGA ft	18	23	28	32	37	42
PROF. MAXIMA DE EXCAVACION	40	36	32	28	24	20
LONG. DE PLUMA 80 ft						
CAPACIDAD lb	6 000	6 700	7 200	7 900	8 600	9 800
ANGULO DE LA PLUMA GRAD.	20	25	30	35	40	45
RADIO DE DESCARGA ft	86	81	79	75	70	65
ALTURA DE DESCARGA ft	22	27	33	39	42	47
PROF. MAXIMA DE EXCAVACION	40	36	32	28	24	20

TABLA V - 15

TAMAÑO (Yd, cu)	CAPACIDAD TOTAL ( ft,cu )	PESO DEL CUCHARON ( lb )			DIMENSIONES ( PULG ).		
		LIGERO	MEDIANO	PESADO	ANCHO	LONG	ALTURA
3/8	11	760	880	—	35	28	20
1/2	17	1,275	1,460	2,100	40	36	23
3/4	24	1,640	1,850	2,875	45	41	25
1	32	2,220	2,945	3,700	48	45	27
1 1/4	39	2,410	3,300	4,260	49	45	31
1 1/2	47	3,010	3,750	4,525	33	48	32
2	60	3,925	4,825	5,400	54	51	38
2 1/4	67	4,100	5,350	6,250	56	53	39
2 1/2	74	4,310	5,675	6,540	61	53	40
2 3/4	90	4,950	6,225	7,390	63	55	41
3	90	5,560	6,660	7,920	65	56	43

Para ilustrar los diferentes factores que intervienen en el rendimiento de las dragas, se presentaran a continuacion algunos ejemplos.

Ejemplo:

Una draga de 1 3/4 esta excavando un banco de tierra - ordinaria y su ciclo es de 40 segundos. Si está cargando camiones de 7 Yd<sup>3</sup> de capacidad cuyo ciclo sin contar el tiempo de carga es de 18 min. Cuantos camiones se necesitan para no tener osciosa la draga y cual será la producción por hora si la longitud de la pluma es de 70 ft y un ángulo de la pluma 30°- con una profundidad de corte de 19 ft y el ángulo de oscilación es de 150°. Las condiciones de trabajo serán buenas.

DATOS:

DRAGA	CAPACIDAD 1 3/4 Yd <sup>3</sup>
TIPO DE SUELO	TIERRA ORDINARIA
CICLO DE LA DRAGA	40 SEG.
CAMION DE	7 m <sup>3</sup>
CICLO DE CAMIONES -	
(SIN TIEMPO DE CARGA)	18 min
LONG. DE LA PLUMA	70 ft
PROFUDIDAD DE CORTE	19 ft
ANGULO OSCILACION	150 °
CONDICION DE TRABAJO	BUENAS
ANGULO DE LA PLUMA	30°

Solución:

A) Tiempo de carga al camión

$$\frac{7 \text{ Yd}^3}{1 \frac{3}{4} \text{ Yd}^3} = 4 \text{ BOTASOS}$$

$$T_c = 4 \text{ BOTASOS} \times 40 \text{ Seg/BOT} = 160 \text{ Seg}$$

$$\text{Ciclo de los camiones} = 18 \text{ min} + 2.667 \text{ min} = 20.667 \text{ min}$$

$$\text{N}^\circ \text{ camiones} = \frac{20.667 \text{ min}}{2.667 \text{ min}} = 7.75 \text{ camiones}$$

∴ Se requieren 8 camiones

B) Peso de la carga	53 ft <sup>3</sup>	a 80 lb por ft <sup>3</sup>	4 240 lb
Peso de cucharón	( Tabla V - 15 )		4 030 lb
			<hr/>
	Peso Total		8 270 lb

Con la longitud y ángulo de la pluma

La carga máxima es ( Tabla V - 14 ) 9 200 lb

El peso de la carga y el cucharón es menor que la carga máxima por lo que se mantienen condiciones de equilibrio.

$$\text{Profundidad optima de corte} = \frac{19 \text{ ft}}{9.5 \text{ ft}} \times 100 = 120$$

Factor de profundidad y ángulo de oscilación (Tabla V - 12) = 0.82

Factor de condiciones de trabajo ( tabla V - 13 ) = 0.75

Rendimiento ideal ( Tabla V - 10 ) = 210 Yd<sup>3</sup>

$$\therefore \text{Rend} = 210 \text{ Yd}^3 ( 0.82 ) ( 0.75 ) = 129.15 \text{ Yd}^3$$

## RENDIMIENTO DE DRAGA CON CUCHARA DE ALMEJA.

Existen tablas que proporcionan los fabricantes en las cuales se contemplan los rendimientos ideales para diferentes tamaños de cucharón. La capacidad de un cucharón de valvas por lo general se mide en yardas cúbicas. En este se pueden tener tres medidas, la capacidad al nivel de agua, la línea de placa y la medida copeteada. La capacidad a nivel de agua, es la capacidad del cucharón si estuviera colgando a nivel y lleno de agua. La capacidad a la línea de placa indica la capacidad del cucharón siguiendo una línea a lo largo de la parte superior de las quijadas. La capacidad copeteada es cuando el cucharón está lleno al ángulo máximo de reposo para un material dado. Al especificar la capacidad copeteada generalmente se supone que el ángulo de reposo es de  $45^{\circ}$ .

Estos rendimientos son afectados por los diferentes factores que intervienen en los trabajos, los cuales deberán ser valuados según el caso, pues debido a su gran variabilidad no se tienen tabulados.

En la siguiente tabla se dan algunas características para cucharones de tipo mediano para usos generales.

TABLA V- 16

	TAMAÑO YD CU								
	1/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
CAPACIDAD YD CU									
NIVEL DE AGUA	8.0	11.8	15.6	23.2	27.6	33.0	38.0	47.0	52.0
LINEA DE PLACA	11.0	15.6	21.9	32.2	37.6	43.7	51.5	60.0	75.4
COPETEADO	13.0	18.8	27.7	37.4	45.8	55.0	64.8	74.0	90.2
PESO lb.									
CUCHARON SOLO	1662	2120	2920	3870	4400	5310	5440	6000	7775
CONTRAPESO	230	300	400	400	400	500	500	600	600
DIENTES	180	180	180	180	180	490	266	300	390
COMPLETO	2072	2600	3500	4450	4980	6000	6206	6900	8765
DIMENSIONES									
AREA DE CUB.									
FT <sup>2</sup>	13.7	16.0	21.8	24.0	29.0	33.4	36.6	40.0	44.6
ANCHO	2'6"	2'6"	3'0"	3'0"	3'5"	3'9"	4'0"	4'3"	4'6"
LONG. ABIERTA	5'5"	6'5"	7'3"	7'10"	8'5"	9'0"	9'2"	9'4"	9'11"
LONG. CERRADA	4'9"	5'7"	6'3"	6'9"	7'1"	7'6"	7'11"	8'0"	9'3"
ALTURA ABIERTA	7'1"	7'10"	9'1"	9'9"	10'3"	10'9"	10'9"	11'6"	13'0"
ALTURA CERRADA	5'9"	6'4"	7'4"	7'10"	8'3"	8'9"	8'9"	9'3"	10'4"



EJEMPLO: Excavación en zanja:

1.- Bajada de la almeja en zanja	15 Seg.
2.- Ataque del material	30 Seg.
3.- Escurrimiento del lodo ventonfítico	25 Seg.
4.- Subida de la almeja	15 Seg.
5.- Subida de la almeja al camión de volteo	7 Seg.
6.- Descenso del carro y su acomodo	7 Seg.
7.- Descarga de la almeja y su limpia	35 Seg.
8.- Subida de la almeja para paso del carro	8 Seg.
	<hr/>
	132 Seg.

La almeja tiene una capacidad de  $0.36 \text{ m}^3$  y se considera una eficiencia del 70% por lo tanto:

$$\text{Rend. horario} = \frac{3600 \text{ Seg.}}{132 \text{ Seg.}} \times 0.36 \times 0.70 = 6.87 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

## RENDIMIENTO DE LAS GRUAS:

Esta máquina esta especialmente diseñada para levantar pesos, pero con muchas posibilidades de adaptación.

La capacidad de carga de una grua depende:

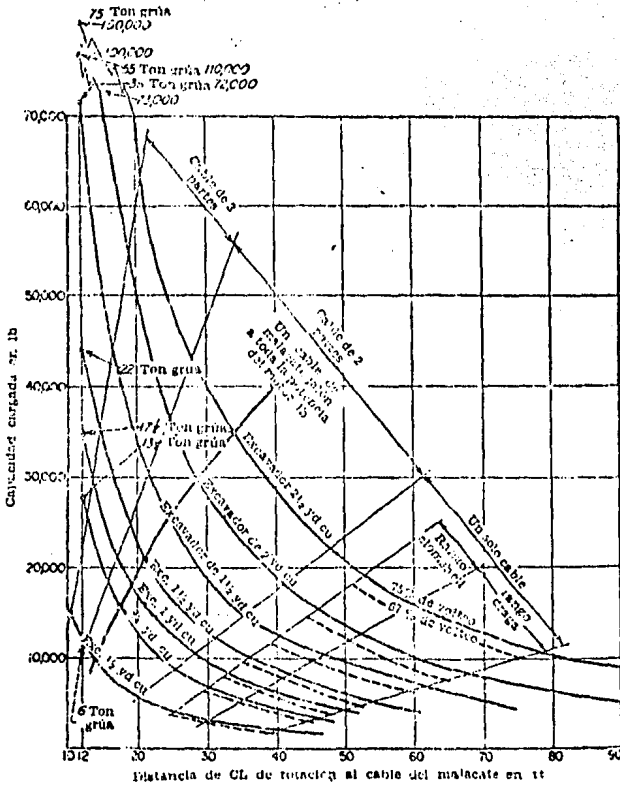
- De la estabilidad de apoyo en tierra. El ancho de las ruedas de oruga es un factor determinante. A mayor ancho mayor estabilidad.

- De la resistencia de la pluma. Este es el principal factor a la hora de determinar la carga permisible. Las proporciones de carga varian con el largo de la pluma. A mayor longitud menos carga. También una reducción en la longitud de la pluma aumenta el radio y disminuye la proporción en capacidad.

- Del contrapeso. Este se añade en el extremo posterior de la máquina y cada fabricante especifica los contrapesos medio y máximo y la proporción de carga. Los contrapesos se pueden aumentar, pero el radio de acción nunca deberá exceder las indicaciones del fabricante.

En la siguiente gráfica se muestra la capacidad de carga típica para una guía en diferentes tipos de trabajo.

V - 17



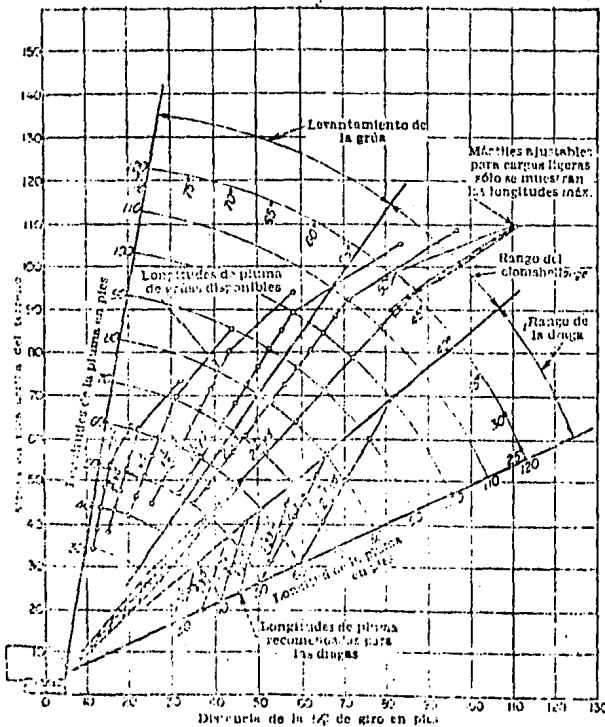
El tonelaje mas común utilizado en una grúa, esta basado en su capacidad de carga a un radio de 12 ft. De tal manera que una pala 1 yd cu en tamaño podrá levantar con seguridad una carga de 17½ ton. cuando la carga esta suspendida a 12 f<sup>+</sup> de la 1f

nea del centro de rotación de la máquina.

En la gráfica también observamos que para una pala de 1 yd cu. la carga máxima de seguridad recomendada, independientemente de la distancia a la línea de centro de rotación para un solo cable de levantamiento es de 11000 lb aproximadamente y - que la carga máxima para una línea de levantamiento formada -- por dos cables es de 22000 lb aproximadamente.

En la siguiente gráfica se dan las longitudes y ángulos de operación seguros en el levantamiento de la pluma.

V - 18



Por ejemplo: Si se tiene que levantar una carga hasta - una altura de 40 ft y se requiere un alcance de 30 ft la gráfica indica una pluma de aproximadamente 43 ft de largo. Por lo - que se necesitará una pluma estandar de 45 ft de largo trabajan do a un ángulo aproximadamente de 55° arriba de la horizontal.

C A P I T U L O V I

" CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES "

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los capítulos descritos anteriormente podemos decir que las palas mecánicas, son equipos de construcción de carga estacionaria, cuya función primordial es la de extraer y depositar el material en equipos que se encarguen de su traslado.

La clasificación de estas máquinas puede ser tan específica o general según se requiera pero la mas común es aquella que esta integrada por cinco tipos básicamente (pala mecánica, retroexcavadora, draga con cuchara de arrastre, draga con cuchara prensora y grúa).

Antiguamente estos equipos eran completamente diferentes entre si, pero con el paso del tiempo se ha buscado que -- una sola máquina sea capaz de transformarse de un tipo a otro, con el simple hecho de cambiar algunas piezas como son:

brazos, cables, cucharón o algún otro accesorio, quedando como tronco común la unidad giratoria y la unidad de tránsito (orugas, llantas o camión).

Esto trae como consecuencia el máximo beneficio en una sola máquina. Cabe aclarar que es necesario darles un mantenimiento

miento adecuado. El cual consta de un mantenimiento menor, - - que se realiza periódicamente y consiste en: cambios de aceite, cambio de llantas, engrasado, cambio de alguna pieza defectuosa etc. y el mantenimiento mayor, el cual se realiza una o dos veces al año según el caso y consiste en una revisión general. - El conservar la máquina en buenas condiciones, trae como consecuencia una mejor eficiencia.

El rendimiento de estas máquinas se calcula por me dio de tablas, que contienen rendimientos ideales, los cuales - deberán ser afectados por las condiciones reales de trabajo.

Al realizar el análisis es necesario considerar to dos los factores que afecten dicho rendimiento (habilidad del - operador, tipo de terreno, condiciones de la máquina, etc.) por que de no ser así se tendrá como resultado rendimientos más bajos a los calculados y como consecuencia un incremento en el -- costo horario.

Los factores que integran el costo horario (cargos fijos, cargos por consumo y cargos por operación) se contemplan en las bases y normas de precios unitarios. Este análisis se - realiza en forma convencional, tomando en cuenta las modifica-- ciones que marcan dichas normas.

Por último podemos decir que en la actualidad se -



cuenta con técnicas de construcción muy avanzadas, las cuales exigen que los equipos de construcción sean lo suficientemente completos y capaces para poder desarrollarlas.

Es por esto que día a día deben estudiarse, perfeccionarse y mejorarse los equipos de construcción.

Además es de suma importancia que los Ingenieros tengan un amplio conocimiento de la forma en que están contruidos los equipos de construcción, pues debido a los altos costos que tienen en la actualidad es necesario tenerlos en óptimas condiciones logrando así el máximo beneficio que éstos puedan brindar y por lo consiguiente evitar la adquisición de nuevas unidades.

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

Movimiento de Tierras.

Nichols., Herbert L. Jr.

Compañía Editorial Continental, S. A.

México, D. F., 1975.

Métodos Planteamientos y Equipos de Construcción.

Peurifoy R.L.

Compañía Editorial Diana, S. A.

México, D. F. 1975

Apuntes de Movimiento de Tierras.

Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

Sección de Construcción.

Breve Descripción del Equipo usual de Construcción.

Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

Sección de Construcción.

México, D. F., 1979.

Consulta en Folletos y Revistas sobre Maquinaria de Construcción.