



29  
17

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANEACION DEL EQUIPO PESADO EN LA  
CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTAN:

LUIS EDUARDO BALMACEDA MOTZENCAHUA  
JESUS GOVEA SANDOVAL  
BRUNO OSCAR SANTAMARIA HERNANDEZ



ESCALA DE COPIAS

México, D. F.

1989



## **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

PAG.

	INTRODUCCION . . . . .	1
I.-	GENERALIDADES DEL EQUIPO PESADO . . . . .	4
	- EVOLUCION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION . . . . .	4
	- DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO . . . . .	14
	Tractores . . . . .	14
	Cargadores . . . . .	22
	Equipo de perforación . . . . .	29
	Equipo de acarreo . . . . .	37
	Motoescrapas . . . . .	41
	Motoconformadoras . . . . .	43
	Equipo excavador . . . . .	47
	Equipo de compactación . . . . .	51
I.1.	FACTORES DE PRODUCCION . . . . .	55
	- Características del equipo . . . . .	55
	- Estado físico del equipo . . . . .	56
	- Habilidad y experiencia del operador . . . . .	57
	- Condiciones físicas y climatológicas del frente de trabajo. . . . .	59
I.2.	GOSTOS HORARIOS DE OPERACION . . . . .	61
	- Cargos fijos . . . . .	62
	- Cargos por consumos . . . . .	69
	- Cargos por operación . . . . .	75
	- Ejemplo para la obtención de la depreciación actualizada en época de inflación. . . . .	77
	- Ejemplo para la obtención de la vida útil de una máquina . . . . .	79
I.3.	CRITERIOS DE UTILIZACION GENERAL DEL EQUIPO. . . . .	89
	- Factores en la elección de las máquinas. . . . .	89
	- Ejemplo característico para apreciar estos factores y criterios . . . . .	91

II.- EQUIPO MAS FRECUENTEMENTE USADO EN LA CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES, SUS CARACTERISTICAS Y UTILIZACION.	95
II.1. CARACTERISTICAS DE CADA EQUIPO DE ACUERDO A CADA MODELO Y TAMAÑO (potencia, capacidad, características de equipo periférico, sist. de propulsión, etc.)	96
- Tractores de oruga . . . . .	96
- Motoescrepas . . . . .	97
- Cargadores. . . . .	98
- Motoconformadoras . . . . .	100
- Equipo de perforación . . . . .	101
- Equipo de acarreo . . . . .	102
- Equipo para el transporte de maquinaria pesada. . . . .	103
II.2. CUAL ES LA UTILIZACION DE APLICACION DEL EQUIPO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE UN CAMINO . . . . .	105
- Desmante . . . . .	105
- Despalme. . . . .	106
- Excavaciones. . . . .	106
- Formación de terraplenes. . . . .	107
- Extracción de los materiales aprovechables. . . . .	107
- Acarreo de los materiales seleccionados . . . . .	107
- Tendido, conformación y afinamiento . . . . .	107
- Sección transversal tipo balcón(camino rural) . . . . .	108
III.- VOLUMENES DE OBRA Y CLASIFICACION DEL MATERIAL. . . . .	110
- Equipo disponible . . . . .	112
IV.- NECESIDADES DE HORAS-MAQUINA, PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO CON EL EQUIPO DISPONIBLE. . . . .	113
- Desmante . . . . .	113
- Excavaciones en corte en material "A" . . . . .	116
- Excavaciones en corte en material "B" . . . . .	118
- Excavaciones en corte en material "C" . . . . .	121

	PAG.
- Excavación de préstamos laterales . . . . .	124
- Formación de terraplenes . . . . .	127
- Extracción de los materiales aprovechables. . . . .	129
- Acarreo de los materiales seleccionados ler, Kilometro . . . . .	133
- Acarreo de los materiales seleccionados Kilometros subsecuentes . . . . .	137
- Operación de tendido, conformación y afinamiento . . . . .	138
- Diagrama de actividades . . . . .	142
- Calendarización de la obra. . . . .	143
- Resumen del capítulo IV . . . . .	144
 V.- ANÁLISIS ECONOMICO DE LOS COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO DISPONIBLE. . . . .	 147
- Análisis del costo hora-máquina para el desmonte . . . . .	147
- Análisis del costo hora-máquina para el tractor DBN Caterpillar. . . . .	151
- Análisis del costo hora-máquina para el cargador de cadenas (traxcavo 963). . . . .	154
- Análisis del costo hora-máquina para la motoconformadora 120 Caterpillar . . . . .	157
- Análisis del costo hora-máquina para el camión de volteo FAMSA S-1834 . . . . .	160
 VI.- PLANEACIÓN DE LA MANO DE OBRA . . . . .	 163
- Organigrama de la obra. . . . .	164
- Desempeño de cada elemento en campo . . . . .	165
 VII.- EJERCICIO DE PRECIOS UNITARIOS. . . . .	 172
- Metodología para la obtención del Factor del Salario Real . . . . .	172

	PAG.
- Metodología para la obtención de los Precios Unitarios. . . . .	182
- Precio unitario de desmonte. . . . .	195
- Precio unitario de excavación en corte en material "A". . . . .	196
- Precio unitario de excavación en corte en material "B". . . . .	197
- Precio unitario de excavación en corte en material "C". . . . .	198
- Precio unitario de excavaciones de préstamos laterales. . . . .	199
- Precio unitario de formación de terraplenes. . . . .	200
- Precio unitario de extracción de los materiales aprovechables . . . . .	201
- Precio unitario de acarreo de los materiales seleccionados 1er. KM. . . . .	202
- Precio unitario de acarreo de los materiales seleccionados de KMS. subsecuentes. . . . .	203
- Precio unitario de operación de tendido, conformación y afinamiento . . . . .	204
- Resumen del capítulo VII . . . . .	205
 CONCLUSIONES . . . . .	 206
 SECCION DE TABLAS . . . . .	 210
 BIBLIOGRAFIA . . . . .	 229

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

## INTRODUCCION.-

En nuestros días, la pauta está dada por los grandes avances técnicos y científicos que se suceden día con día, generados por las necesidades crecientes de una población más numerosa, que reclama alimentos, vestido, habitación, educación y servicios.

Lo anterior ha incidido en que la producción de satisfactores tenga que incrementarse de manera exponencial. Para ello es prioritario que los costos y tiempos de producción se reduzcan en forma importante dadas las características inflacionarias que hoy vivimos.

Para que esto pueda llevarse a efecto, es necesario que el país posea una buena infraestructura, que a su vez dé las bases para el mejor aprovechamiento de los recursos humanos, naturales y técnicos. Es decir, necesitamos tener mejor comunicados a los polos de explotación de los recursos naturales, los de desarrollo industrial, comercial y turístico, así como a las ciudades.

Esto será posible con la construcción de más y mejores - carreteras, aeropuertos, ferrocarriles, puertos, presas, nucleoeléctricas, petroquímicas, etc.

No podemos pasar por alto el hecho de que, para poder -- crecer en forma constante y uniforme, es indispensable unir a las poblaciones que han quedado marginadas de este crecimiento y/o desarrollo, que se está gestando ahora.

De esta forma debemos dotar de caminos rurales a estas - poblaciones, para que así logren su integración al desarrollo económico y social que el país requiere.

Estos caminos tienen que ser realizados con gran eficiencia y rapidez, por lo que, la planeación adecuada de la maquinaria y mano de obra repercutirá grandemente en los costos de dichas obras, lo que beneficiará a las poblaciones rurales y al país en general.

El presente trabajo, tiene por objeto el obtener una visión amplia, acerca de la adecuada utilización del equipo disponible, mano de obra e influencia económica en la construcción de caminos rurales; y ser, si fuera útil, un complemento para el estudio de las materias de construcción.

El capítulo primero hace una reseña general de la evolución del equipo de construcción, da una descripción general del equipo utilizado en la actualidad, en este tipo de obra; describe los diferentes factores que afectan la producción del equipo, da a conocer los factores utilizados en el costo hora-máquina y los criterios para la utilización del equipo en las diferentes etapas de la construcción de un camino.

En el segundo capítulo encontramos las características -

propias de cada equipo de acuerdo a cada modelo y tamaño, y - su aplicación en las diferentes etapas de la construcción de un camino.

Para el tercero, de acuerdo a los conceptos y cantidades de obra dados para una obra en particular, reconoce los factores más importantes por ser atacados con la maquinaria disponible, considerando los volúmenes por manejar y su clasificación.

El cuarto capítulo maneja la información del capítulo anterior y para el equipo disponible obtiene su tiempo de uso y lo calendariza de acuerdo a las condiciones y programa de --- obra.

De la misma manera que en el capítulo anterior, el quinto capítulo utiliza la información manejada en el cuarto, haciendo un análisis económico del equipo disponible para la correcta ejecución de la obra, se presentan los costos hora-máquina calculados.

El sexto capítulo nos muestra como se organiza la obra - desde un punto de vista técnico y qué elementos humanos se requieren, junto con el desempeño de cada uno en campo.

Para el séptimo, de acuerdo al ejemplo que se ha venido manejando, se presentan los análisis de precios unitarios más importantes que intervienen en la obra; incluyendo los estudios básicos necesarios para el análisis correcto de cada precio unitario.

Por último se presentan las conclusiones sobre el trabajo realizado.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES DEL EQUIPO PESADO

I.- GENERALIDADES DEL EQUIPO PESADO.

- EVOLUCION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION.-

En sus orígenes el hombre elaboró herramientas y utensilios y empleó la fuerza de los animales en trabajos pesados. Podemos mencionar a los romanos como los primeros constructores de caminos modernos, construyéndolos en línea recta y pavimentados con piedras; para éstos, fueron necesarios grandes movimientos de tierra, tales como rellenos de ciénegas, desviación de ríos, construcción de puentes, etc. Estos trabajos se realizaron con herramientas de mano, dispositivos acarreados a lomo de bestia y la abundancia de mano de obra (esclavos).

La evolución de la maquinaria se inicia con la Revolución Industrial, debido a la falta de alimentos y fibras para el vestido de la población de Europa, que iba en aumento.

Durante la Revolución Industrial se incrementó el desarrollo tecnológico entre los años de 1750-1850; estos avances nacieron como todos los fenómenos sociales en la agricultura.

La demanda existente trajo como consecuencia que los granjeros desarrollaran maquinaria más grande para incrementar la producción. Primeramente cambiaron la potencia animal por la máquina de vapor.

Así, podemos decir que la potencia producida por el vapor de agua fue la primera forma utilizada para la transmisión de fuerza mecánica en los equipos de construcción.

Básicamente en Francia, Inglaterra, Alemania y E.E.U.U. - fue donde surgieron las primeras máquinas de vapor por los --- años de 1750.

Aunque las máquinas de vapor se iniciaron en la minería, en el año de 1705 con la máquina simple de vapor de Thomas Newcomen (1663-1729), James Watt (1737-1819) fue el innovador de la máquina de vapor anterior a la locomotora, la cuál fue desarrollada y comercializada entre los años de 1800-1830.

Para entonces los tractores se trasladaban por medio de - ruedas sólidas; en terrenos duros no tenían problemas, pero al entrar a terrenos blandos, éstos no soportaban el peso de las máquinas de más de 10 toneladas.

Las máquinas de vapor eran de muy poco caballaje, de 30, 40 y hasta de 100 HP la más grande, pero a la vez su tonelaje era muy alto, aproximadamente de 30 a 40 toneladas.

Al ver que las máquinas se atascaban debido a su peso, un grupo de granjeros comenzó a desarrollar el sistema de tren de orugas, y vieron la posibilidad de introducir a los tractores llantas anchas y más elevadas. El primer motor de gas, siguiendo el ciclo del ingeniero ferroviario francés Alveu D'Roches - fue dibujado por Otto en el año de 1861 y construido por el mecánico Saenz.

En 1862 apareció un folleto del Ing. D'Roches, en el que hacía resaltar la ventaja de comprimir la carga de combustible en los motores de gas.

Como en los tipos de motores hasta entonces existentes - no podía llevarse a efecto la compresión de la mezcla antes - de su detonación, fue por tanto necesario buscar nuevas soluciones.

En sus memorias D'Roches demostró la ventaja de una expansión prolongada y un aumento de la presión inicial; al poco tiempo indicaba que se podían llegar a obtener estas condiciones con un buen rendimiento a partir de un ciclo de 4 tiempos o sea 4 recorridos de pistón.

Se denomina ciclo de 4 tiempos al conjunto de las fases del tiempo del funcionamiento que se repiten en idéntico orden. La repetición del ciclo constituye la razón esencial de la rotación del motor y producción de trabajo mecánico.

De aquí se origina el motor de combustión interna; el -- primer tiempo, aspiración, durante el primer recorrido del pistón; segundo tiempo, compresión, en éste, reducía el volumen de la mezcla aspirada, en el segundo recorrido de pistón; tercer tiempo recorrido motriz o sea, el punto de fuerza o de potencia instalada en el extremo máximo del recorrido del pistón, por la expansión de los gases quemados durante la tercera embolada del mismo; y el cuarto tiempo, evacuación de los gases quemados, cuarto o último recorrido de pistón.

En el año de 1875, Otto pudo realizar prácticamente un motor industrial que alcanzó un rendimiento térmico efectivo del 11.5% (actualmente los motores tienen un rendimiento promedio del 33.33%).

En 1885 Otto construyó en Alemania un motor de un cilindro, con una potencia de 1.38 HP, éste sirvió en el siglo siguiente como base para las máquinas de combustión interna de diesel y gasolina. A partir de este año aparecen los motores de combustible líquido.

Un dispositivo realizado en 1890 sobre motores Hosvi-Sons de Grandham, Inglaterra; permitió la utilización de combustibles más pesados y menos volátiles que el queroseno.

En 1893, el Ing. Rudolf Diesel (1858-1913) publicó el célebre folleto sobre la teoría y construcción de un motor térmico racionado.

Para 1895 el motor de explosión a esencias está a punto y es aplicado en el automóvil.

Un año después el motor Hompreisión evolucionó en un 50% y fue el precursor de los motores semidiesel o de culata incandescente, para el que se precisaba de 3 a 10 min. para su calentamiento antes del arranque.

Leo Rex en el año de 1897 pudo presentar el primer tipo de motor Diesel, apto para la industria y muy diferente a las primeras concepciones del inventor.

Los caracteres que distinguen el motor Diesel son: compresión de aire a un límite alto, lo suficiente para que éste reciba una temperatura superior a la inflamación del combustible y el comienzo de una instancia al finalizar la compresión, esta inyección de combustible se efectúa mediante la insuflación o compresión del aire bajo una presión superior a la que existe en el interior del cilindro, o sea, la introducción progresiva de combustible durante una pequeña parte de la carrera

final del pistón, de tal modo que la temperatura de la masa gaseosa permanezca constante, es decir, mantenga las debidas relaciones entre presión, temperatura y volumen; ésto es lo que constituye el ciclo de presión constante inicial.

De aquí se desprende el porqué el motor diesel tomó la vanguardia de los motores térmicos. El alto valor de su rendimiento térmico (que hoy pasa del 40%), el uso de combustibles pesados y su economía de consumo son los factores predominantes que han influido rápidamente en su desarrollo.

El 14 de noviembre de 1904 se realizó la primera práctica con un tractor que utilizó bandas de oruga con 2.74 m. de largo en cada banda y 1.07 m. de ancho, fue la primera máquina que introdujo lo que hoy se llama tren de rodaje, estos tracks u orugas eran fabricados con placas o zapatas de madera de 7.62 a 10.16 cm. de grueso; estas máquinas pudieron introducirse a los terrenos pantanosos y arcillosos, donde las máquinas agrícolas comunes se atascaban con mucha facilidad.

Con el ciclo Otto pudieron desarrollarse las primeras máquinas de gasolina; el primer tractor de producción o modelo de tractor con tren de rodaje y motor de gasolina, fue producido en 1908 por la fábrica del Sr. Benjamín Holt.

Después de esta fecha, los motores de gasolina fueron incrementándose rápidamente como una mejor fuente de potencia para las máquinas; además la relación peso-potencia de los motores era inferior a las máquinas de vapor y muy pronto se logró recortar los tamaños de las máquinas.

Para 1913, la fábrica del Sr. Daniel Best, presentó por vez primera el tractor todo de acero, incluyendo los carriles, mostraba los tracks de hierro forjado en lugar de las zapatas de madera.

Como resultado de la Primera Guerra Mundial hubo más investigación y desarrollo tecnológico, pudiéndose mejorar las características del tractor, un ejemplo de ello es el contrapeso que era demasiado grande y hacia el frente, por lo que metieron el motor un poco más al centro, presentando ya las primeras características de los tractores convencionales.

La fábrica de maquinaria Caterpillar Tractor Co. inicia la producción en serie de sus máquinas y motores en el año de 1920.

Para 1931, el cambio fue más grande, pues Caterpillar introduce los primeros motores con potencia Diesel, este motor proporcionaba gran incremento de potencia y una economía, por el uso del combustible, necesaria para la etapa de depresión de aquellos años.

En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo de nuevos tipos de neumáticos, grupos motopropulsores, convertidores de par, transmisiones automáticas, reducciones por planetarios en las ruedas, materiales estructurales y diseño general del tractor, han redundado en mejores tractores de orugas y de ruedas, que hoy pueden realizar cualquier trabajo intensivo.

El desarrollo tecnológico ha sido tal que podemos mencionar a la máquina de vapor, que se utilizaba en el campo y se probó en 1904, fue una máquina con potencia de 10 a 20 HP, que al compararla con las máquinas modernas, que trabajan a 12.87 Km/hr, con potencia mucho más elevada, más compactas, etc., podemos entender que su evolución ha sido inmensa.

Entre los años 50's y 60's se empezaron a introducir las primeras máquinas con sistemas hidráulicos, que provocaron un fuerte aumento de producción comparadas con las que utilizaban

los sistemas de cable y eléctrico.

La utilización de los sistemas hidráulicos lejos de frenarse se ha incrementado exponencialmente.

Las máquinas de los años 50's tenían una potencia de 60 -- hasta 400 caballos de fuerza, ahora se producen máquinas hasta de 3000 HP y series muy modernas, que además se han diversificado creándose también turbinas de gas.

Se utilizan máquinas de 4 tiempos o 4 ciclos, pudiendo ser de 4, 6, 8, 12 y hasta de 16 cilindros, se cuenta con máquinas turbo cargadas, post-enfriadas, con precámaras de combustión o inyección directa, también las hay con aspiración natural, ser - votransmisión planetaria, cadenas selladas y lubricadas, protecciones para el operador y la máquina, etc.

En resumen, mencionaremos las principales evoluciones de - las máquinas utilizadas en este tipo de obra.

- El tractor se inicia en la industria de la construcción durante el presente siglo, con el tipo de control de cables; es la máquina más versátil, especialmente gracias a la aparición de las orugas o carriles. La hoja o dozer que presenta el -- tractor, hoy se puede controlar por medio de sistemas hidráulicos, que sustituyeron al sistema de cables; la aparición en -- 1930 del desgarrador o ripper, las nuevas aleaciones y la utilización del sistema hidráulico en paralelogramo, le han dado al tractor mayor maniobrabilidad, fuerza y profundidad de inca do; con los tractores de mayor peso y potencia la acción de -- los desgarradores es más efectiva.

En los tractores la altura sobre el nivel del mar, ha sido superada en las máquinas modernas por la instalación de turbo cargadores y enfriadores de aire.

- Han existido una gran variedad de motoescrepas, desde la escrepa de mano, escrepa de arrastre, escrepa de tambor giratorio, etc., hasta llegar a la motoescrepa, éstas han tenido una gran evolución debido a los avances de la tecnología.

Los principales adelantos se encuentran en los sistemas de operación, desde el sistema por cables, sistema eléctrico, hasta llegar al sistema hidráulico, hoy en día la motoescrepa puede bajar o subir su caja gracias a este sistema.

Podemos decir que el sistema de cables desapareció debido a lo complicado y lento del sistema de operación, así como a su alto costo de mantenimiento; el sistema eléctrico también tuvo sus problemas, el polvo originó grandes fallas en los motores y generadores, además de lo complicado del sistema de manejo. Con el sistema hidráulico se superaron las ventajas anteriores, junto con fugas de líquido debido a roturas de mangueras y conexiones del sistema. Así mismo se obtuvo una gran ventaja, que fué el aprovechar la presión hidráulica en la penetración de la cuchilla en el terreno para su corte.

Una evolución más en las motoescrepas es su tamaño, ya que las podemos ver desde 8 m<sup>3</sup> hasta 50 m<sup>3</sup>. Un avance importante (tanto en el tractor como en la motoescrepa) es la alta velocidad a la cual se pueden desplazar en los caminos, invadiendo el campo de otros equipos.

- Originalmente los tractores cargadores sólo tenían movimiento de giro del bote y vertical a lo largo de un marco que le servía de guía al bote. Este tipo de cargador fué el origen de los actuales, tenían embragues de fricción y ejes de tipo usado en automoción.

Los cargadores nacieron principalmente de las necesidades

económicas. La necesidad fue la de conseguir una máquina que excavara y cargara, o sea, un cargador que proporcionase mayor producción, menor costo de funcionamiento, mayor movilidad, -- más facilidad de servicio. Lo que se hizo realidad cuando se desarrollaron motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos, llantas más grandes y anchas diseñadas -- para suministrar la tracción y flotación necesaria.

En el año de 1954 Clark Equipment Company, lanzó al mer - cado su primer tractor Michigan (bajo la denominación de carga dor modelo 75-A), con tracción automática y reducciones por -- planetarios en las ruedas.

El convertidor de par reemplazó al embrague convencional (el convertidor suministra un par de torsión que varfa en forma contfnua). A diferencia del embrague de fricción corriente, el convertidor de par tiene la capacidad de multiplicar la porción.

Los ejes motores, tanto el de dirección como el de carga y sus carcasas hubieron de fabricarse en aceros de la más alta calidad y resistencia.

Los cargadores han mejorado tanto en sus sistemas como en la capacidad, y sus restricciones respecto a la posibilidad en el tipo de ataque han cambiado a tal grado que tienden a des - plazar a las palas aún en el ataque de roca, pues hoy existen accesorios que protegen adecuadamente los neumáticos. Por --- otra parte su movilidad se ha incrementado y permite una apli - cación cada vez mayor.

- Las palas mecánicas tienen su origen en 1836, año en que William S. Otis obtuvo una patente por su excavadora de tipo - terrestre, accionada mecánicamente. Esta se accionaba por va - por y pronto se adaptó para usarse en las vfas de ferrocarril.

Las primeras palas mecánicas montadas en plataformas de ferrocarril, podrían girar de 180 a 270 grados horizontalmente. Las excavadoras se accionaban por vapor, hasta que se les introdujo el motor de gasolina en 1912. Por ese tiempo se empezaban a desarrollar las palas totalmente giratorias, montadas en cintas (bandas) de oruga.

La retroexcavadora aparece hace 60 años aproximadamente y se desarrolla a partir de un diseño básico montada sobre orugas, operada con cables y accionada con motor de gasolina o diesel.

Originalmente aparecieron con capacidades de  $3/8$  a  $3/4$  de  $Yd^3$  (0.287 a  $0.573 m^3$ ); a partir de 1951 es cuando se comienza a fabricar en serie las retroexcavadoras con operación hidráulica; en la actualidad se tienen retroexcavadoras con capacidad aproximada de hasta  $15.3 m^3$ .

Los años 50's han visto nacer la retro hidráulica y durante los años 60's se ha asistido a su primera aplicación como máquina de producción en canteras. Fue en los años 70 cuando la retro hidráulica de gran producción alcanzó su madurez, encontrando grandes posibilidades de uso en los movimientos de tierras. Actualmente las retroexcavadoras siguen creciendo en tamaño, alcance, potencia y productividad.

## DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO.-

### TRACTORES

Es un vehículo con motor de gran tamaño y potencia. Existen dos tipos de tractores: los de neumáticos y los de orugas. Los tractores de neumáticos se usan cuando es más importante la velocidad que la potencia del tractor.

Los tractores de orugas se utilizan cuando se necesita aprovechar la potencia del tractor en su mayor capacidad, a costa de la pérdida de velocidad.

El tractor de orugas consta principalmente de un motor diesel apoyado en un chasis, un sistema de transmisión de diseño planetario para enviar la potencia generada por el motor mediante mandos finales al sistema de tránsito.

Su motor es de combustión interna de 4 tiempos, 6 cilindros. La capacidad de un tractor es función de su potencia y de su peso. La potencia nos determina la fuerza tractiva disponible en el gancho o barra de tiro y está afectada por la temperatura, la resistencia al rodamiento de la superficie -- donde se desplaza la máquina, por la pendiente y presión barométrica.

La máxima fuerza tractiva está fijada por el peso de la máquina multiplicado por el coeficiente de tracción.

Las diferentes hojas y aditamentos que ofrecen los distribuidores de equipo dan las características de los distintos modelos y desde luego, el tamaño del tractor es proporcional a su potencia en el volante, a determinadas revoluciones por minuto que determinan la tracción de la barra de tiro utilizada a distintas velocidades.

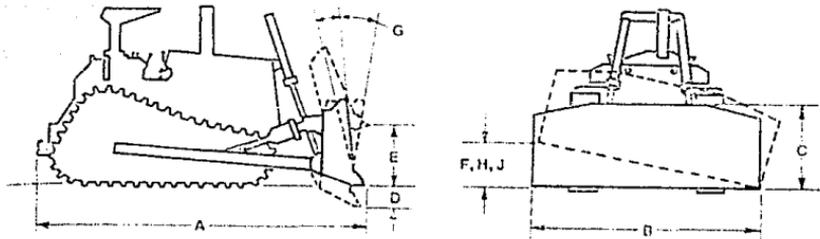
De acuerdo a sus aditamentos la clasificación de los tractores es la siguiente:

- a) Bulldozer
- b) Angledozer
- c) Empujadores
- d) Desgarradores
- e) Punzones
- f) Pluma lateral (tiende tubos)

a) BULLDOZER.

Comprende una hoja montada en un marco que está -- acoplado al tractor en la parte frontal y puede controlarse mediante cables o sistemas hidráulicos. Posee una hoja empujadora recta o ligeramente curva. La hoja viene equipada con piezas de desgaste intercambiables, como son: la cuchilla en la parte inferior de la hoja y las puntas de extremo o gabilanes. Estas piezas son las que inician el afloje de la excavación y son de acero endurecido.





#### Dimensiones Principales

Tractor y hoja

A Largo (hoja recta)

Hoja:

B Archo finclase puntas de extremo.

C Altura

D Profundidad máxima de excavación

E Despejo sobre el suelo a pleno levantamiento

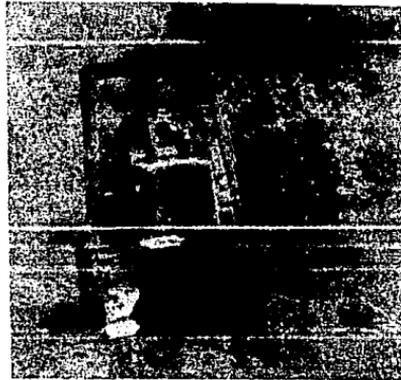
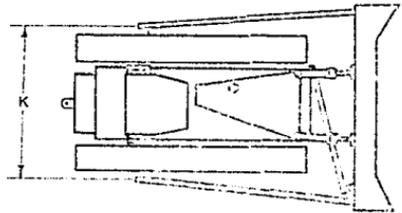
F Inclinación manual máxima

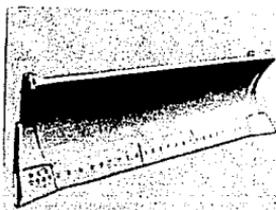
G Angulo máximo de corte

H Inclinación hidráulica máxima

J Inclinación hidráulica (refuerzo manual centrado)

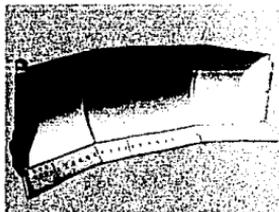
K Ancho del union de los brazos de empuje (al centro de la hoja)





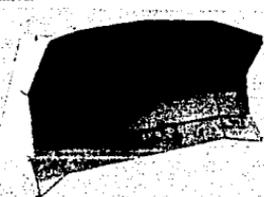
"A" (citra horizontal). Se situa en posición recta o en ángulo de 25° a der. o izq. Se ha diseñado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, abertura de zanjas y otras labores similares. En estos trabajos, reduce las maniobras usuales. Su bastidor "C" es adecuado para accesorios de empuje, desmote de tierras, o despeje de nieve.

labores similares. En estos trabajos, reduce las maniobras usuales. Su bastidor "C" es adecuado para accesorios de empuje, desmote de tierras, o despeje de nieve.



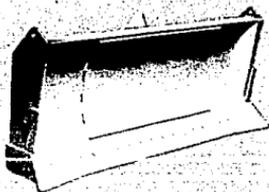
Hoja "U" (Universal). Las amplias alas de esta hoja facilitan el empuje de grandes cargas por larga distancia en habilitación de tierras, espolvoreo, alimentación de tolvas,

y en juntar las materias para los cargadores. Como no tiene muy buena penetración, pues su relación de hpm es menor que en la hoja "S", la penetración no debe ser un factor de importancia. Aunque su hpm<sup>3</sup> de material suelto es inferior al de la hoja "S", es excelente con material más liviano ó más fácil de empujar.



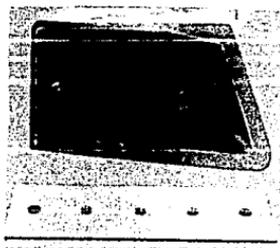
Hoja "S" (recta). La hoja recta es la más adaptable de todas. Debido a su diseño en "U" modificada (disponible sólo para el D8, D9, y D11N), es muy útil. Como es más pequeña

que la hoja "U", es más fácil de maniobrar, y puede empujar una gran variedad de materiales, y puesto que su relación de hpm de cuchilla es mayor que en la hoja "U", tiene mejor penetración, y recoge buenas cargas.



Hoja "C" (amortiguada). Se utiliza sobre todo en el D9 para el empuje de trillizas en la marcha. Los amortiguadores de caucho amortiguan los impactos al hacer contacto con el

bloque de empuje de las trillizas. Es también útil en conservación y servicio general. Su poco ancho mejora la maniobrabilidad de la máquina aunque haya mucho tránsito en la zona de corte, y menos riesgo de que dañe los neumáticos, lo cual suele ocurrir con las hojas "S" y "U".



## b) ANGLODOZER

Este equipo presenta el mismo funcionamiento -- que el bulldozer con la ligera variante que su hoja puede fijarse a distintos ángulos quedando más o menos inclinada con respecto al eje longitudinal del tractor, es por ello, que -- le es posible empujar la tierra lateralmente (cosas que el -- bulldozer no puede realizar), sin ser necesario que cambie -- el sentido de la marcha; además, la hoja del anglo-dozer es -- más larga comparada con la del bulldozer.



## c) EMPUJADORES.

Es un bulldozer cuya hoja ha sido sustituida -- por una plancha o placa-topadora redondeada, de acero, colo- -- cada en la parte frontal del tractor.

Pueden ir montadas sobre oruqas o sobre llantas, aunque -- para los segundos los tractores tienen que ser más robustos.



d) **DESARRADORES (RIPPERS).**

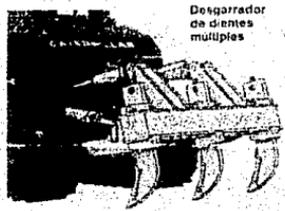
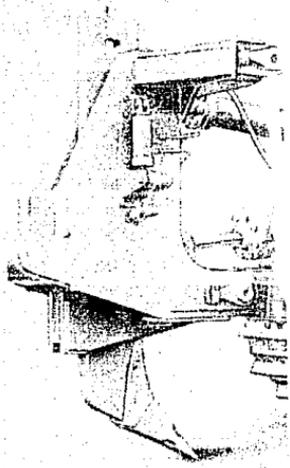
Implemento auxiliar muy útil en el tractor, el cual, se acopla en la parte trasera o delantera del tractor, y consiste en una viga horizontal que tiene en su extremo un vástago vertical y éste termina en su parte inferior en una punta llamada casquillo de acero que es intercambiable. Alcanza -- una penetración aproximada de 40 a 90 cm. según el equipo que se emplee.

Los desgarradores se fabrican de dos tipos: de biseña y de paralelogramo, con uno o tres vástagos, el primero puede ser de uno o tres dientes, tiene la desventaja que al penetrar el vástago en el terreno, modifica su ángulo de inclinación. El segundo, al penetrar conserva siempre el mismo ángulo lo cual permite mayor efectividad en el rompimiento -- del terreno. Para trabajos en material duro se usa un ripper de gran tamaño, adaptado al tractor en la parte posterior.

El funcionamiento de los rippers es controlado por medio de un sistema hidráulico o mecánico.

Con el armado de tractores de mayor peso y potencia la acción de los desgarradores es más efectiva, pues el rendimiento depende fundamentalmente de esos dos factores.





Desgarrador  
de dentes  
múltiples



a) PUNZONES.

Este aditamento es una armazón elevada sobre la parte frontal del tractor. Consiste en una hoja en forma de "V" cuyo vértice mira hacia el frente de la máquina, presionando los árboles en lo alto para derribarlos. Generalmente, los punzones se encuentran montados sobre tractores de orugas de gran potencia.



f) PLUMA LATERAL (TIENDE TUBOS).

Se monta a un costado del tractor (de orugas) y en el lado opuesto se coloca un contrapeso, su uso principal es el tendido de tuberías en distancias largas.



### CARGADORES.

Equipo de excavación, carga y acarreo que tienen un cucharón o bote para estos fines y que se adaptan en la parte delantera de los tractores. Los cargadores se pueden clasificar en dos formas: en cuanto a la forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

- Por la forma de descarga:

a) Descarga frontal.

Este tipo de cargadores son los más usuales. La descarga del cucharón es hacia la parte frontal del tractor únicamente, esta maniobra se lleva a cabo mediante el uso de gatos hidráulicos.

b) Descarga lateral.

Equipo similar al anterior con la variante que éste posee un gato hidráulico adicional que permite accionar al bote hacia el frente o hacia uno de los costados del cargador. Se emplea en sitios donde no hay mucho espacio para maniobras.

c) Descarga trasera.

El diseño de este equipo es evitar maniobras del tractor. En éstos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al vehículo, bandas transportadoras o tolvas. Se usan en la rezaga de túneles cuya sección no permite el empleo de otro tipo de cargador.

Vienen montados generalmente sobre orugas o sobre ruedas metálicas que ruedan sobre una vía previamente instalada.



Por la forma de rodamiento.

a) De orugas.

Generalmente las orugas son de calibre ancho, para mejorar la estabilidad contra el volcamiento lateral --- cuando acarrean carga pesada; también se les conoce como cargador frontal, tractor pala y comúnmente traxcavo. La dirección se maneja por medio de un sistema de tres pedales, permitiendo a éstos hacer todos los giros y paradas.

b) De neumáticos.

Los neumáticos de los cargadores son de amplia base (sin cámara), alto índice de tracción y gran flotación.

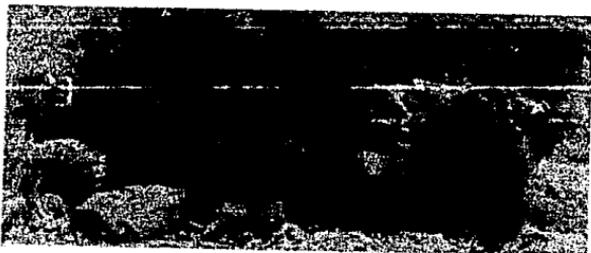
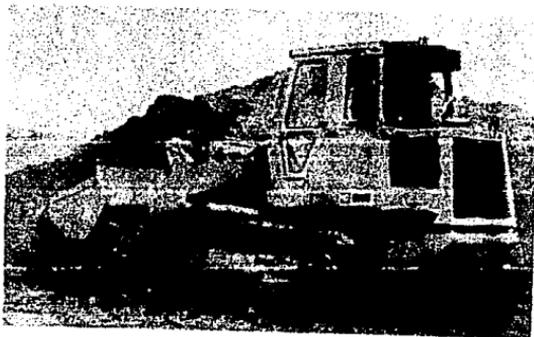
El tractor básico del cargador se ha diseñado para permitir modificaciones en la distribución del peso, ya sea mediante el inflado de los neumáticos con agua o adición de contrapeso, por lo que se puede adaptar con mayor precisión a las diversas condiciones de trabajo. El equipo puede ser de dos o cuatro ruedas motrices, siendo las segundas más grandes y provechosas en su rendimiento. La mayoría de los cargadores de cuatro ruedas motrices poseen su dirección en las ruedas traseras, también los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

Algunos cargadores utilizan un mecanismo de dirección que hacen girar la mitad delantera del tractor, incluyendo el sistema articulado al tractor y cucharón, al rededor de un pivote central.

Entre los cucharones usados por estos tractores podemos citar los siguientes:

1.- Bote ligero.

Caja de construcción simple que en la parte extrema del labio inferior cuenta con una cuchilla de acero - intercambiable.



2.- Bote reforzado.

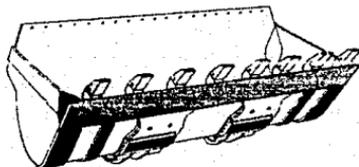
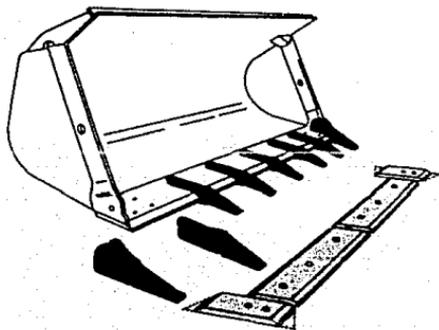
Bote más fuerte que el anterior, en el que la cuchilla ha sido sustituida por una serie de puntas o dientes repartidos, lo cual facilita la penetración del cucharón en el material.

3.- Bote de demolición.

Cuenta con una mandíbula hidráulica con bordes dentados. Sus planchas laterales son desmontables para el agarre de materiales mayores.

4.- Bote de rejilla.

Cucharón muy parecido al bote reforzado pero éste posee aberturas en su fondo, lo que permite que el material indeseable caiga a través de éstas.



CUCHARON DE EMPLEO GENERAL

Cucharones de empleo general. Se usan con gran variedad de materiales. Las duras planchas laterales tienen refuerzos de barra. Las gruesas planchas para desgaste y los protectores de los gomas refuerzan el fondo. La cuchilla endurecida y los dientes optativos, con puntas cambiables, penetran en materiales duros.



**CUCHARON DE DESCARGA LATERAL**

Cucharones de descarga lateral. Descargan hacia adelante y a la izquierda. Útiles para rellenar zanjas o cargar en poco espacio a lo largo del trabajo.

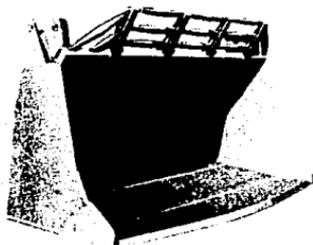


**CUCHARON PARA ROCAS**

Cucharón para rocas. De diseño especial para gran fortaleza y duración, para cargar rocas. Hechos casi completamente de acero de aleación tratado térmicamente. La cuchilla en "V" truncada y los dientes de puntas reemplazables, que se sueldan a los adaptadores optativos, penetran en roca dinamitada.

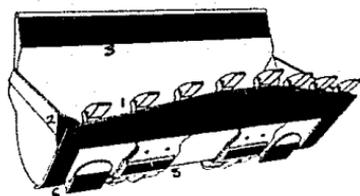


Cucharón de uso múltiple. Muy fuerte y adaptable. Carga, extrae la sobrecapa, hace de hoja empujadora, y sus mandíbulas hidráulicas retienen troncos, mueven tubos o despejan escombros. La cuchilla integrada, detrás del cucharón, ayuda en el arrastre hacia atrás. Las zapatas de patín mejoran el control.



CUCHARÓN EYECTOR PARA ROCAS

Cucharón eyector. Se ajusta a los brazos y varillaje del Cargador 988 standard. Un eyector de tipo Hoja Topadora empuja el material cuando se inclina el cucharón. Aumenta la altura de descarga del 988. (no puede usarse en una máquina con brazos extendidos).



**Dientes de Cucharón.** Facilitan la penetración en materiales duros. Las puntas largas y cortas son reemplazables y se afilan al trabajar. Disponibles en cucharones de Empleo General, de Uso Múltiple y para Rocas.

- 1 ■ DIENTES MONTADOS A RAS
- 2 ■ PLANCHAS FORJADAS PARA LAS ESQUINAS
- 3 ■ PROTECTOR DE ROCAS, DE PARRILLA
- 4 ■ CUCHILLA REEMPLAZABLE DE LARGA DURACION
- 5 ■ ZAPATAS DE PATIN REEMPLAZABLES
- 6 ■ PLANCHAS PARA DESGASTE REEMPLAZABLES

### EQUIPO DE PERFORACION.

Equipo diseñado exclusivamente para los trabajos de perforación, barrenación y demolición. Este tipo de herramientas posee un mecanismo apropiado para producir los efectos de percusión y de rotación de la barrena provista de una broca o -- punta en su extremo. Funcionan con motor de diesel, gasolina, eléctrico o por compresor. El equipo perforador cuenta con un control que les permite pasar a través del interior de la broca y la barrena el bombeo de aire, agua o lodo, con el fin de conservar y lubricar la broca, extraer los fragmentos barrenados y mantener la presión necesaria en las paredes del agujero para evitar el derrumbe de éstas.

Debido a la variedad de tamaños y aplicaciones de las perforadoras, pueden montarse en barras o varillas de acero, carretillas, vagones, carros de perforación, trípodes, orugas, camiones, torres, plumas, plataformas y equipos especiales.

Para su clasificación se pueden dividir en:

- a) Pistola o martillo de barrenación.
  - b) Pierna neumática.
  - c) Perforadora de carretilla.
  - d) Jumbo.
  - e) Perforadora sobre orugas.
  - f) Perforadora portátil de torre.
  - g) Perforadora de túneles.
- a) Pistola o martillo de barrenación (demoledora de pavimentos).

Se emplea exclusivamente para la perforación de barrenos, mediante el efecto de rotación o por percusión o golpeo si se trata de romper elementos de concreto. Están diseñados para ser manipulados por un solo hombre. Su funcionamiento es ----

escencialmente a base de aire, energía proporcionada ya sea por un motor de gasolina o un compresor acoplado a uno de sus lados.

La pistola o martillo se encuentra constituida por un recipiente cilíndrico que aloja un pistón que produce los efectos de percusión y de rotación y que a su vez son transmitidos a la barrena de acero por medio de una flecha. Posee una empuñadura en "T" que permite al perforista aplicar la presión de avance, otra forma de empuñadura es la de pistola.

Las barras de acero son de sección hexagonal, octagonal o redondeada y cuando su terminación es de tipo de rosca, la broca que se adapta perfectamente al extremo de la barrena, puede ser de acero, de carburo de tungsteno o de diamante.

#### b) Pierna neumática.

Es la misma perforadora neumática pero articulada a un brazo o elemento auxiliar que facilita la perforación tanto en posición horizontal, vertical o inclinada hacia arriba.

Este brazo auxiliar consiste en un tubo alargado de acero, que proporciona apoyo y avance automático a la perforadora, mediante una válvula de control que se dilata apropiadamente manteniendo en contacto a la broca con la superficie perforada.

#### c) Perforadora de carretilla.

Consiste basicamente en una perforadora neumática articulada a una guía de acero, que accionada por medio de un sistema hidráulico o un motor adicional nos permite un número ilimitado de posiciones de perforación.

Su funcionamiento es mediante el efecto de percusión o de rotación. Esta máquina se apoya sobre un bastidor de tres o cuatro ruedas, el cual puede ser remolcado o empujado.

d) Jumbo.

Consiste en una serie de perforadoras acopladas cada una a un brazo neumático, son máquinas que permiten atacar un mismo frente a distinto nivel y con diferente posición. Este equipo de barrenación va montado sobre una plataforma cuyo mecanismo de desplazamiento puede ser a base de llantas, orugas o sobre rieles.

e) Perforadora sobre orugas.

Constan de una perforadora pesada, una guía y un brazo neumático, todo ésto apoyado sobre un bastidor transversal y entre un par de orugas que poseen tracción propia y por ser de tipo oscilante o rígidas, manteniéndolas por medio de un mecanismo hidráulico, en contacto directo con el terreno, aún siendo éste irregular. La posición de la guía no afecta la estabilidad de la máquina, cosa que facilita la aplicación de la barrena en diferentes direcciones y posiciones a ambos lados de la oruga.

El funcionamiento de la perforadora es a base de aire comprimido, energía proporcionada por un compresor de aire, por separado, puede remolcarse mediante la fuerza de tracción de las orugas, a todos lados junto con la perforadora.

f) Perforadora portátil de torre.

Son máquinas compuestas básicamente de una torre o pluma debidamente apoyadas sobre la parte posterior tanto de camiones como de orugas. Los modelos sencillos funcionan mediante el golpeo de la broca sobre la superficie del terreno, análogo

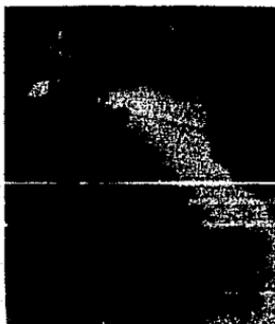
a la acción de un cincel, las grandes máquinas utilizan barrenos giratorios y taladros de hélice o de tornillo. La potencia de éstas puede ser suministrada por el motor del vehículo o por un motor adicional de gasolina, diesel, eléctrico o mediante un compresor montado sobre el camión o remolcado de --trás de éste.

g) Perforadoras para túneles.

Denominados también "escudos". Son máquinas de gran tamaño y constan de dos partes estructurales básicas. La primera, la parte interior, que lleva la cabeza cortadora, los motores para su propulsión, las válvulas y tuberías, las bombas hidráulicas y otros aditamentos. La segunda parte, el componente externo que es el cuerpo fundamental del aparato, formado por un armazón estructural de gran tamaño, el cual lleva articulado a sus lados, varios cilindros hidráulicos que sirven para desplazarse y sujetarse dentro del túnel.



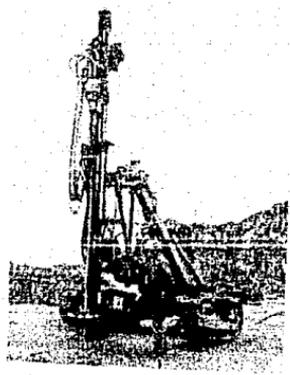
a)



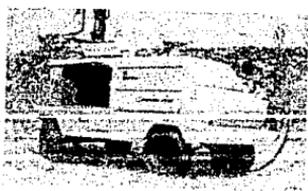
b)



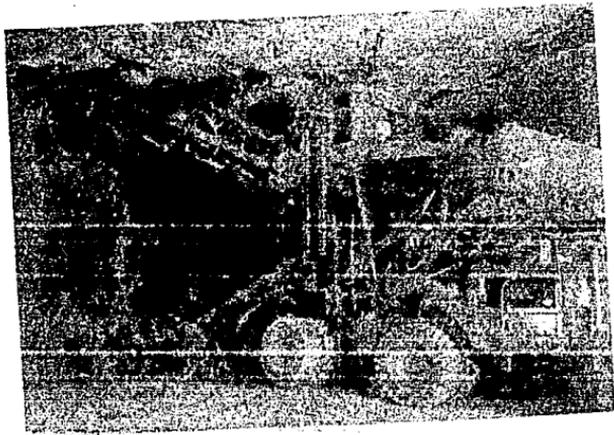
a)



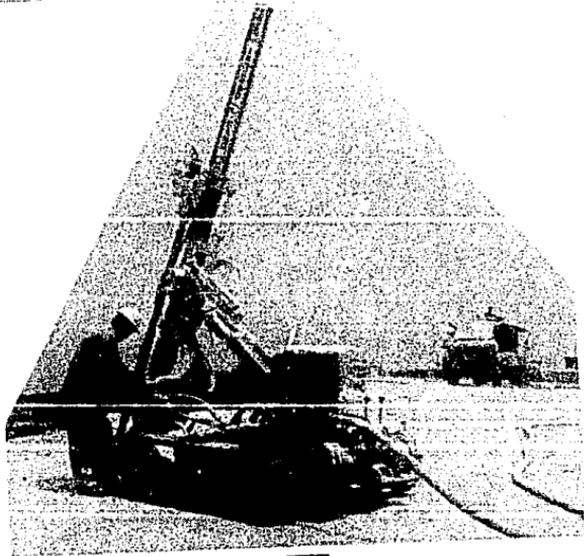
e)



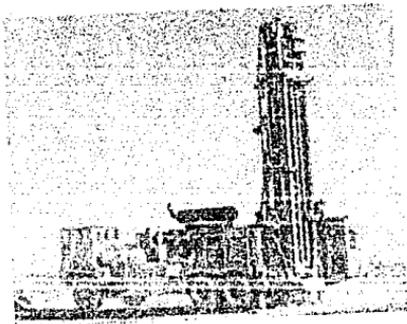
b)



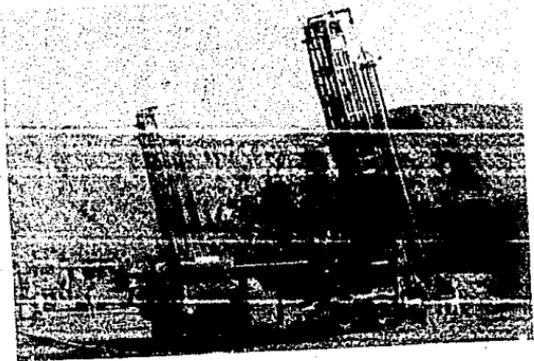
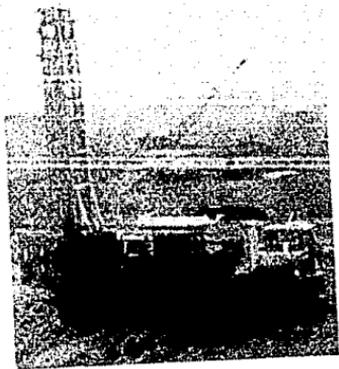
d)



e)



f)





(9)



### EQUIPO DE ACARREO.

Son vehículos que se desplazan a grandes distancias por medio de llantas, y pueden transportar a altas velocidades -- tanto equipo de maquinaria como cargas y volúmenes de gran tamaño.

Tanto los camiones grandes como los ligeros, ya sean los proyectados para circular dentro o fuera de la carretera, se caracterizan por emplear llantas dobles de propulsión.

Los camiones que se utilizan dentro de las carreteras deben alcanzar velocidades promedio de 100 km/hr y deben cumplir ciertos requisitos de circulación de ancho y altura determinados. No así los camiones proyectados para fuera de carretera que pueden variar respecto al peso y tamaño y que pueden ser de una anchura de 2.5 a 4.5 m. y alcanzan velocidades promedio de 70 km/hr. Para estos últimos, el número de velocidades que poseen sobrepasa al de los vehículos ordinarios.

El equipo de acarreo se puede clasificar en:

- a) Volteos.
- b) Volquetes.
- c) Vagonetas.
- d) Dumptors.

a) Volteos.

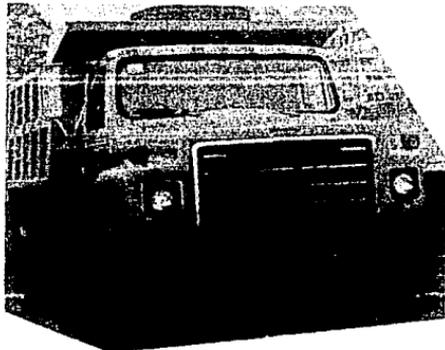
Equipo diseñado para circular dentro y fuera de las carreteras. Se encuentran compuestos básicamente por una caja metálica o volteo, una cabina de control, un chasis y de varias -- llantas o neumáticos.

La caja o volteo, cuyo funcionamiento es hidráulico, puede ser del tipo ordinario (descarga trasera) aunque también -- existe equipo desmontable. La cabina puede ir montada sobre

el motor accionante cubriéndolo en su totalidad o colocarse - atrás de éste, como en el caso de los automóviles. Desde la cabina se controla tanto el funcionamiento del camión como el de la caja.

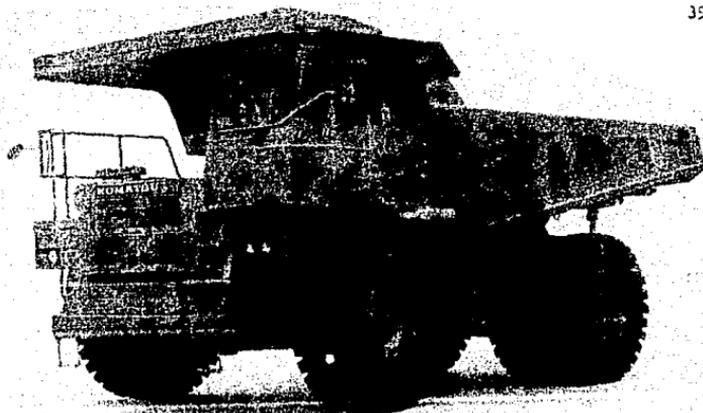
La cantidad de neumáticos es variable, ya que van desde dos llantas delanteras y de cuatro a ocho traseras.

Los camiones grandes proyectados para fuera de carretera son de diseño muy semejante a los de tipo ligero, pero todas sus partes deberán ser más fuertes, gruesas y robustas, - ya que el trabajo que desempeñan es mayor.



b) Volquetes (Dumpers).

Se puede considerar como equipo del tipo pesado; funcionan mediante motores de diesel. En todos los modelos el peso de la caja reposa en parte o totalmente sobre las ruedas motrices, mientras que las ruedas directrices sostienen el motor. La caja es de accionamiento hidráulico y descarga trasera. Es común verlos en obras de movimiento de tierras, dado que poseen gran movilidad y rapidez, además gran adaptabilidad para trabajar tanto dentro como fuera de carretera.



c) Vagonetas.

El diseño de su caja permite el acarreo de grandes volúmenes de tierra. Constan de una caja montada sobre un bastidor y de un vehículo propulsor de motor diesel.

La caja es de forma alargada, de un ancho mayor en la parte superior y menor en la base, puede ser de descarga por el fondo o de descarga lateral.

Se clasifican en semirremolques y remolques. Los primeros cuando el bastidor se apoya únicamente en su parte trasera mediante sus propias llantas y en su parte frontal el peso recae en las ruedas propulsoras. Los segundos son aquellos equipos en que el bastidor va apoyado en ambos extremos en sus respectivos ejes de ruedas, es decir, no se apoya en ninguna forma sobre el vehículo propulsor.

Capacidad 22,7 a 50,0  
toneladas métricas  
(25 a 55 US ton)



D25C  
25 ton



D30C  
30 ton



D35C  
35 ton



D35HP  
35 ton



D44B  
44 ton



D250B  
25 ton



D300B  
30 ton



D350C  
35 ton



D400  
40 ton

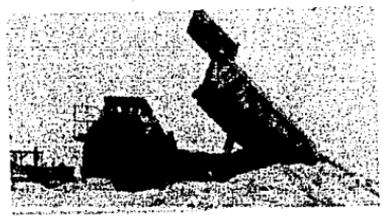


D550B  
55 ton

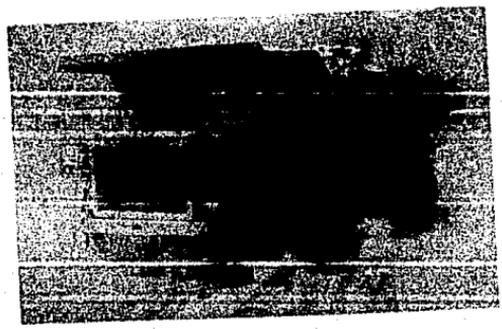
d) Dumptors.

Son volquetes compuestos por un motor, caja y un bastidor formando una sola unidad para efectuar acarrees cortos.

Presenta un chasis similar al de los tractores de llantas y tienen la particularidad de ser operados en ambos sentidos mediante dos tableros de control. Son de tracción propia y funcionan con motor diesel, se apoyan sobre dos llantas de propulsión en su parte trasera y dos ruedas directrices en la parte delantera, a veces las llantas delanteras también son de tracción propia.



b)



MOTOESCREPAS.

Estas máquinas constan fundamentalmente de dos partes: - una caja metálica para transportar el material y un tractor - de tiro.

La caja metálica reforzada soportada por un eje con dos ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva -- que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléc -- trico o hidráulico, una cuchilla de acero en la parte infe -- rior de la caja, útil para el corte del material, una placa - metálica móvil en la parte inferior la cual al desplazarse ha -- cia adelante permite desalojar el material contenido en la ca -- ja.

La caja es jalada por un tractor de ruedas neumáticas -- que puede ser de uno o de dos ejes. Los controles de opera -- ción se realizan desde el tractor. Estos equipos están dise -- ñados para mover todo tipo de material exceptuando la roca, a menos que esté muy bien tronada.

Las motoescrepas se clasifican en:

- 1.- Standard
- 2.- De potencia en tandem.
- 3.- De tiro y empuje (Push-Pull)
- 4.- De autocarga.

#### 1.- Motoescrepas Standard

Cuentan con un soño motor, en el tractor; la caja metáli -- ca se apoya en ruedas neumáticas para ser transportada, re -- quiere de la ayuda de un tractor empujador de orugas ya que - se considera más importante aprovechar la potencia del trac -- tor que su velocidad. La caja de la motoescrepa standard va -- apoyada sobre sus propias llantas.

2.- Motoescrepa de potencia en Tandem.

Se componen básicamente de dos cajas alineadas una detrás de otra y completadas por un tractor de neumáticos que utilizan para desplazarse. Estas máquinas se ayudan de un tractor empujador para la carga y acarreo del material.

3.- Motoescrepa de Tiro y Empuje.

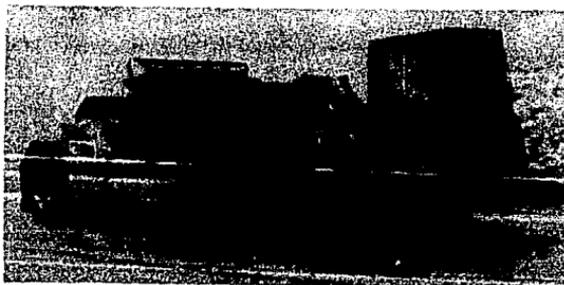
Equipo formado por dos escrepas autoimpulsadas por un motor adicional en la parte trasera de la escrepa, van articuladas y se combinan para ayudarse durante el ciclo recíproco de la carga que se efectúa en un tiempo más breve.

No necesitan de un tractor empujador.

4.- Motoescrepa autocargable.

Máquinas compuestas básicamente por un tractor de dos llantas y una escrepa con un sistema de paletas elevadoras, las cuales van cargando el material dentro de la caja.

No requieren de un tractor empujador.



### MOTOCONFORMADORAS.

Las motoconformadoras, están proyectadas principalmente para controlar e impulsar una hoja de acero sujeta a un círculo, situado detrás de las ruedas delanteras y de un escarificador sostenido por un par de barras curvas, que pivotean sobre un pasador articulado al frente del bastidor.

La hoja es de acero de alto contenido de carbono resistente a la acción abrasiva, su sección es una curva estudiada de modo que facilite sus funciones. La longitud, altura y espesor varían de acuerdo a la potencia específica de cada máquina. Los controles modernos de la hoja son totalmente hidráulicos y cualquiera que sea la velocidad del motor suministran control rápido y a velocidad constante.

Los alcances de la hoja pueden ser:

- Desplazamiento del círculo a la derecha o a la izquierda.
- Desplazamiento de la hoja a la derecha o a la izquierda.
- Angulo máximo para taludes hasta 90° hacia ambos lados.
- Levantamiento sobre el suelo hasta 46 cm.
- Profundidad de corte, variable.
- Giro vertical hidráulico de la hoja hasta 40° al frente y 8° hacia atrás.

La cuchilla es una pieza intercambiable de acero duro y remachada al cuerpo de la hoja, se coloca en la parte inferior de ésta y además, en los extremos se colocan las piezas denominadas puntas de extremo o "gavilanes".

El círculo es un aro laminado y sin costuras, con dientes

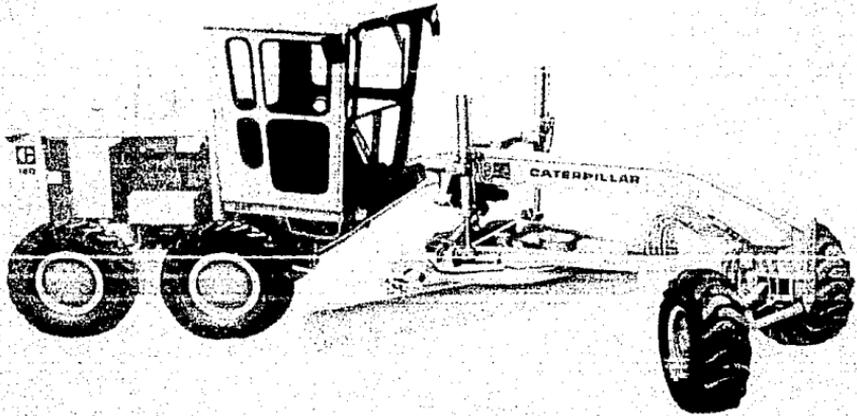
cortados en la superficie interior, su diámetro varía de acuerdo con la potencia de la máquina.

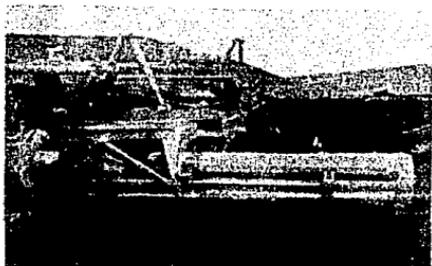
El escarificador es un juego de dientes que se utiliza para fragmentar bases, asfalto, lajas, materias congeladas, etc., para posteriormente introducir la cuchilla.

Eje delantero. Consiste en una barra curva de acero macizo, articulada al bastidor mediante un pasador que le permite oscilar.

Bastidor. Es un armazón compuesto de vigas en "U" de sección en caja que soporta el motor y el sistema de controles.

Tren de potencia. La impulsión de las ruedas traseras se efectúa a través de un embrague de doble disco, a una transmisión de velocidades de engranes helicoidales, hasta una transmisión secundaria sincronizada de tres a ocho velocidades hacia adelante y de una a ocho hacia atrás, dependiendo del tipo de máquina.

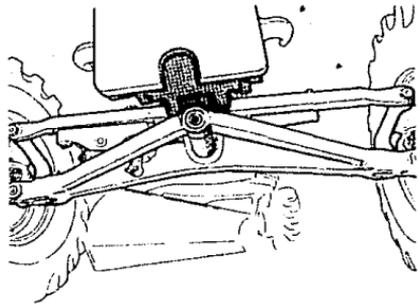
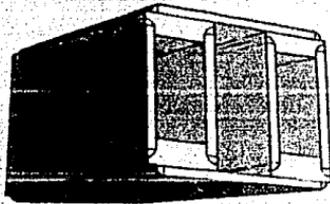




Circulo, vartedera y barra de tiro diseñados para absorber los choques y cargas de torsión y para resistir el desgaste. Los dientes cortados a llama permiten un ajuste uniforme del circulo, lo que proporciona una vida útil más larga. La barra de tiro es de acero de sección en caja, más rígida, y su forma de "A" contribuye a disminuir los esfuerzos de tensión. El circulo se fija firmemente en la barra de tiro con seis zapatas de soporte.



El desgarrador-escarificador trasero permite romper materiales más compactos para facilitar el trabajo de la hoja. El escarificador puede utilizar hasta 9 vástagos en la barra, y de 1 a 5 dientes de desgarrador.



El eje delantero de sección en caja tiene forma de arco, que proporciona amplio despejo sobre camellones altos. Las puntas de eje son de aleación de acero, forjadas y tratadas térmicamente con cojinetes de gran diámetro para soportar los impactos de trabajos verdaderamente difíciles. Una articulación central absorbe y disipa parte de los esfuerzos transmitidos al eje, y evita la flexión excesiva de los ejes en condiciones severas.



MAQUINA  
RECTA



MAQUINA  
ARTICULADA



MAQUINA  
ACODILLADA

EQUIPO EXCAVADOR (RETROEXCAVADORAS).

Estas máquinas se encuentran constituidas por las siguientes partes principales:

- 1.- Unidad de tránsito.
- 2.- Superestructura o unidad giratoria.
- 3.- Mecanismo de excavación.

1.- Unidad de tránsito.

Puede ser a base de ruedas o de orugas. El equipo montado sobre llantas es de tamaño pequeño, lo mismo que su capacidad de cucharón. Generalmente tienen estabilizadores (operados desde la cabina) que es un dispositivo hidráulico que mantiene a la máquina y las ruedas en posición elevada durante el trabajo. El montaje sobre orugas aporta el máximo de área de apoyo y distribuye el propio peso de las grandes máquinas - que llega a ser de 190 ton., aproximadamente.

2.- Unidad giratoria.

Esta unidad se encuentra apoyada en un bastidor portante por medio de mecanismos giratorios, compuesto por dos engranes, la corona que sirve de pista para el giro y el muñón que transmite su movimiento y así hace girar la torreta. Todo este mecanismo es accionado desde la cabina.

Además esta unidad cuenta con la cabina de controles, el sistema hidráulico y un contrapeso para la estabilidad en los momentos de trabajo.

3.- Mecanismo de excavación.

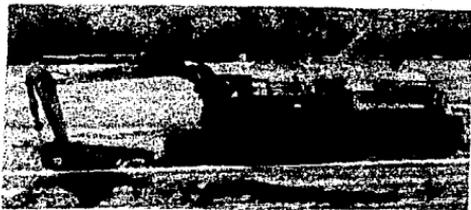
Está compuesto de una pluma, un brazo (miembro excavador) con el cucharón instalado en su extremo inferior y cilindros -

hidráulicos para controlar los movimientos. Uno de los extremos de la pluma está sujeto al equipo de soporte y pivotea -- tanto vertical como horizontalmente. El giro horizontal se efectúa por rotación de todo el chasis y torreta.

La pluma, elemento de soporte para brazo y cucharón, puede estar formada de una o dos piezas.

El cucharón es un elemento excavador, de los cuales existen cucharones normales, cucharón con ejector, cucharón trapecoidal y cucharón de limpieza.

Un aditamento muy útil del equipo excavador son las bivalvas o almejas. Este equipo puede ser de forma cuadrada, rectangular y redonda. Otros aditamentos son la cuchilla para relleno, la grúa para grandes cargas, gancho grúa para cargas medianas, electroimán para movimiento de metales.



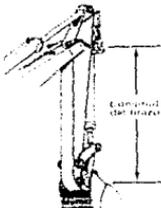


Levanta la pluma de una pieza o su trabajo usualmente requiere alcance y profundidad mayores. Es excelente para abrir zanjas con faja de alcance, profundidades, anchos, rasos y buena capacidad de levantamiento, a profundidades bajas.



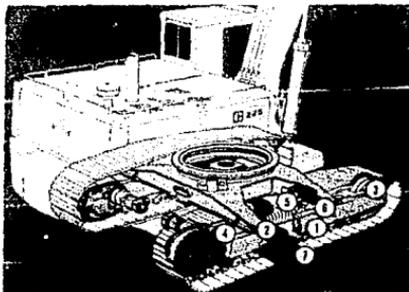
Elija la pluma de dos piezas si su trabajo exige profundidad. La fuerza delanterera se extiende a través a tres posiciones diferentes, a fin de variar el alcance y la profundidad. Puede usar también el cambio de la palanca totalmente retráctil para usarlo con cucharas grandes para mayor estabilidad, hasta la posición extendida para máximo

alcance y profundidad. Puede ajustarse el ángulo de la pieza delante a la posición del pasador alto para aumentar el alcance hacia arriba y la alta de desc. del cucharón o del gancho receptor, y a la posición baja para uso de la retroexc. Cuando está extendida al máximo y en la posición de pasador alto, esta pluma tiene igual alcance que la de una pieza.



El brazo de 1980 mm (6'6") proporciona máxima fuerza de empuje del brazo y capacidad de levantamiento. Si es ajustado hacia su máxima, elija este brazo primero con la pluma de dos piezas totalmente retráctil, y cucharas grandes para abrir zanjas y cargar conchas.

El brazo de 2440 mm (8") es el general para la mayoría de trabajos, especialmente cuando las condiciones cambian constantemente. Se hace usable muchos trabajos de diferente clase y no requiere gran alcance máximo o



Los pasadores y bujes (1) están sellados con aceites lubricantes a presión. Los rodillos (2), ruedas guía (3) y ruedas dentadas (4) están sellados con Sellado de Anillos Flotantes Duo-Cone. Los ajustadores hidráulicos de las cadenas y los microneumáticos amortiguadores para servicio pesado, son equipados para el ajuste apropiado de las cadenas. El huecator de rodillos inferiores (5) es de siglas de acción en cadena. Las ranuras empujables (7) de cadenas se ajustan en dos tiempos.

**Los Cucharones para retroexcavadora** se fabrican en seis anchos y capacidades para diferentes tamaños de maquinaria y anchos de cuchara. Los anchos del corte se miden entre las extremas extremidades de las puntas largas (la embudo general).

**Ancho de Corte:**

**El cucharon de 610 mm (24")** es especialmente fuerte en trabajos que requieren puntas de punta de punta excavación más profunda. Por tanto, la presión sobre el embudo también puede ser fuerte.

**Cucharones de 760 mm (30") y 915 mm (36").** Trabajan bien en condiciones de excavación normal, pero también pueden ser utilizados.

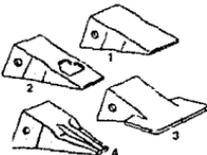
**El Cucharon de 1070 mm (42")** es de uso general, tiene tres anchos de punta que permiten trabajar en campo en el cucharon. Normalmente se prefieren en las zonas de punta de punta.

**El Cucharon de 1220 mm (48")** es el más fuerte de los cucharones de punta y carga que se utilizan. Puede utilizarse para excavar zonas con grandes volúmenes de material.

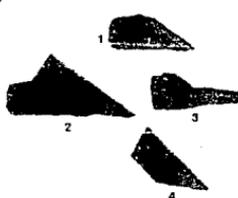
**Cucharon de 1370 mm (54").** Es un cucharon para trabajos de movimiento de tierra y carga de materiales en zonas de punta de punta. Puede utilizarse para excavar zonas con grandes volúmenes de material.

**Puntas de Cuatro Diseños:**

- (1) Punta, fricción, se utiliza para excavación normal.
- (2) Punta, para la excavación de los trabajos de excavación.
- (3) Punta, para la excavación de los trabajos de excavación.
- (4) Punta, para la excavación de los trabajos de excavación.



**Los Cucharones Cat** gran boca (entre 175") para máxima eficiencia con la carga y fácil excavación para trabajos transversales. Se utilizan en los trabajos en las zonas de mayor desgaste. (1) Cuchillo (2) punta lateral (3) punta lateral (4) punta lateral. Los puntas laterales (4) son de ángulo en el corte para permitir el trabajo en la zona de punta de punta. El ancho del cucharon (4).



**Orejetas:**

- (1) Ancho de una pieza, eficaz en condiciones normales de trabajo. El ancho del corte es de 20 mm (11,8") a cada lado.
- (2) Ancho con expansión para condiciones de excavación de las zonas de explotación. Se emplea en la zona de una pieza y se puede utilizar de nuevo en 20 mm (11,8") a cada lado.
- (3) El tipo de punta para trabajar en condiciones de excavación. El ancho del corte es de 20 mm (11,8") a cada lado.
- (4) El tipo de punta para trabajar en condiciones de excavación. El ancho del corte es de 20 mm (11,8") a cada lado.



### EQUIPOS DE COMPACTACION

Existe una gran variedad de equipos de compactación; por lo cual solo se hará mención de los siguientes:

- Rodillos metálicos.- Un rodillo metálico utiliza solamente presión con un mínimo de amasamiento en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más o menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad. Conforme avanza la compactación el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión y aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie.

Un rodillo metálico no compacta pequeñas áreas bajas o suaves, debido a que la rigidez de la rueda las puntea, estas áreas suaves se presentan con frecuencia en terracerías debido a la irregularidad de la capa.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

- a).- Planchas Tandem.
- b).- Planchas de tres ruedas.

- Rodillos neumáticos.- Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de subbases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción de bulbo. Estos compactadores pueden ser jalados o autopropulsados. Se puede dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

- a).- De llantas pequeñas.
- b).- De llantas grandes.

- Rodillos Pata de Cabra.- Son poco usados, excepto para el amasamiento y compactación de arcillas donde la estratificación debe ser eliminada, como en el corazón impermeable de una presa. Debido a la pequeña área de contacto de una pata y al alto peso de estos equipos, el bulbo de presión es intenso y poco profundo. La compactación se consigue por penetración y amasamiento más que por efecto del bulbo de presión. Los rodillos pata de cabra son lentos, tienen una gran resistencia al rodamiento, por lo que consumen mucha potencia.

- Rodillos de Reja.- Este compactador fué desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como las rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año, para ésto el rodillo transita sobre la roca suelta en el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable.

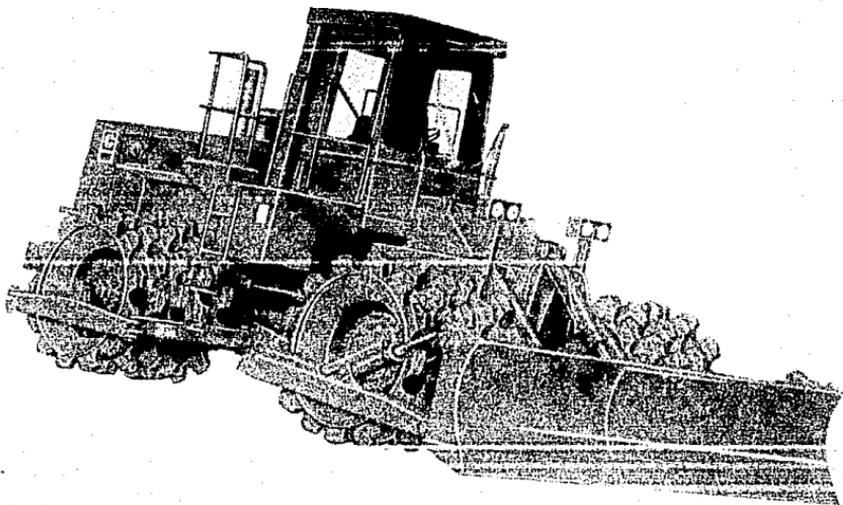
Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja, producen efectos de impacto y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración efectivo en materiales granulares. El perfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de amasamiento por lo que este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos son pegajosos, se atascan de material los huecos de la rejilla y se reduce la eficiencia. Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como puede ser la base de una carpeta.

- Rodillos vibratorios.- Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo, la eficiencia de éstos está casi limitada a los suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 Km/hr. velocidades mayores no incrementan la producción y con frecuencia no se obtienen buenas compactaciones.





PS-200

PS-300  
PF-300

PS-500

## Identificación edición.

CS = Compactador de tambor liso  
 CP = Compactador de tambor acotchado  
 CB = Compactador bituminoso  
 PS = Con llantas neumáticas suspendidas

PF = Con llantas neumáticas fijas  
 TSM = Con tambor "de pata de cerbero" remolcado  
 TSM = Con tambor liso remolcado



CB-424

CB-522  
CB-524

CB-534



CB-614



CB-624

Peso en operación:  
 de 12,400 a 15,000 kilos  
 (de 27,300 a 77,160 libras)  
 Anchos de compactación  
 de 1,127 a 2,420 milímetros  
 (de 68 a 95")



PS-110



PS-130



PS-160

CB-521  
CB-523

CB-525



CS-323



CS-431B



CS-433B

CB-551  
CS-553CS-643  
CS-653

Peso en operación:  
 de 2,500 a 13,500 kilos  
 (de 5,071 a 29,762 libras)  
 Anchos de compactación  
 de 1,000 de 2,100 milímetros  
 (de 39 a 83")

CB-214  
CB-224

CB-314



CB-414



TSF-54



TSM-54



CP-323



CP-433B

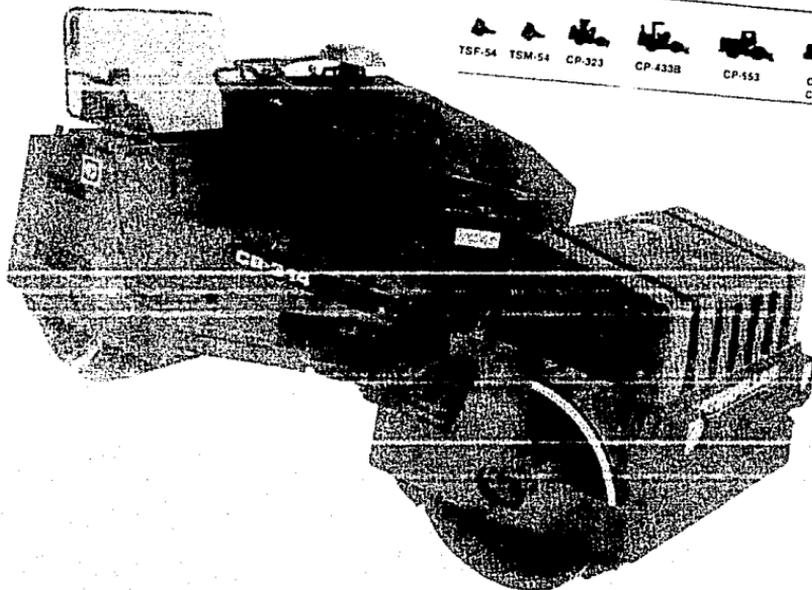


CP-553



CP-643

CP-653



### I.1 FACTORES DE PRODUCCION.

- Descripción de los diferentes factores que afectan la producción del equipo, de acuerdo a:

- 1) Características del Equipo.
- 2) Estado Físico del Equipo.
- 3) Habilidad y Experiencia del Operador.
- 4) Condiciones Físicas y Climatológicas del Frente de Trabajo.

#### 1) Características del Equipo.

- Cuando el operador trabaja en una máquina moderna con cabinas provistas de calefacción, acondicionamiento de aire, supresión de ruidos, grado de humedad adecuado, asientos con suspensión, luces -- adicionales, protecciones adecuadas, en síntesis, condiciones reguladas, tiene menos distracciones y hace de su máquina una extensión de su habilidad y experiencia, lo que aumenta el rendimiento.
- Influyen directamente en el rendimiento, la relación peso-potencia de la máquina, que determina la capacidad de empuje, el tipo de transmisión, el número de velocidades y los costos de operación.
- Ningún tractor puede aplicar más empuje en Kg. -- que el peso del mismo más la fuerza máxima que su minstre su tren de fuerza .
- Los tractores tienen más tracción en baja velocidad, además disminuye el desgaste del tren de rodaje.

- Las hojas empujadoras, aguilonas laterales, malacates y cualquier otro equipo montado, producen un equilibrio diferente en la máquina.
- Cuando se utiliza una barra alta de enganche, el tractor es menos estable que a la altura normal.
- Las zapatas largas tienden a reducir la acción de excavación, y esto hace al tractor más estable.
- Para un buen rendimiento es necesario una adecuada relación entre la hoja empujadora y el tractor.

## 2) Estado Físico del Equipo.

- Una conservación buena y consistente, extiende la vida económica de la máquina.
- Factores menos directos que influyen en la producción de las máquinas son: la facilidad de servicio, la seguridad, la disponibilidad de piezas para el mantenimiento y las conveniencias para el operador.
- Es importante que una máquina esté debidamente protegida, dado que es menos probable que sus componentes fallen o se dañen prematuramente, lo cual refuerza la confianza del operador.
- Toda máquina que no se mantiene en buen estado físico es peligrosa y también lo es si la maneja un operador negligente, mal preparado o que no considere los riesgos de trabajo.
- Elegir la máquina adecuada para cada trabajo, y equiparla con los aditamentos y protecciones necesarios, optimizará el rendimiento.

### 3) Habilidad y Experiencia del Operador.

- La clave para reducir los costos de operación, es el operador.
- El operador debe estar alerta y poseer las condiciones físicas y mentales requeridas para llevar a cabo y con seguridad su trabajo.
- El operador no debe manejar una máquina cuando se halle somnoliento, bajo los efectos de medicinas o drogas, que padezca lapsos de ceguera, distracciones mentales, etc., que pudieran producir un accidente.
- Adiestrar al operador para el trabajo asignado -- (el tipo y clase de adiestramiento deben ceñirse a regulaciones gubernamentales y locales, si son aplicables).
- Adiestrar al operador en el manejo de su máquina, que haya leído y comprendido el respectivo manual de la máquina.
- El operador debe tener el equipo esencial de seguridad personal, saber usarlo y que sepa qué hacer en casos de emergencia.
- El operador debe estar al tanto de los requisitos de su trabajo, así como de las máquinas que trabajan en la zona y sus riesgos.
- Dentro de la habilidad y experiencia del operador, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:
  - El operador, antes de poner en marcha su máquina, debe cerciorarse de que todos sus elementos se encuentren en buen estado, no existan -

fugas y que trabajen adecuadamente.

- Los daños al desgarrador aumentan con la velocidad, se debe desgarrar lentamente para aumentar la vida del desgarrador.
- Debe desgarrarse, siempre que sea posible, ---cuesta abajo pues se eleva la producción, ya - que el peso de la máquina se suma a la poten - cia y aumenta la tracción.
- Cuando se acarrea con motoescrepas, materia - les desgarrados, se deben manejar ambas máqui - nas en el mismo sentido, así se podrá usar el tractor para empujar motoescrepas.
- No se debe retirar todo el material desgarrado, hay que dejar una capa de 10 a 15 cm., ya que ésto mejora la tracción.
- Debe evitarse que el desgarrador permanezca -- dentro del terreno cuando el tractor esté dan - do vuelta.
- Cuando se utilicen motoescrepas, el desgarre - debe hacerse a profundidad uniforme, ya que es to reduce el desgaste y facilita la carga.
- Hallar el número de rippers según la producción
- En los tractores empujadores, se debe hacer contacto -- con el centro de la hoja, para distribuir la - carga uniformemente, también en las motoescre - pas el contacto es en el centro a excepción de las vueltas o pendientes en donde el contacto es excéntrico.

4) Condiciones Físicas y Climatológicas del Frente de -- Trabajo.

- Examinar el lugar de la obra, a fin de enterarse - de las restricciones del tránsito, de las condiciones que excedan las limitaciones de las máquinas; tales como laderas o cuestas escarpadas, posibles sobrecargas, puntos que obstruyan la vista, todo - lo que constituya un riesgo y pueda causar la falla prematura o el desgaste excesivo de los componentes de la máquina.
- Ciertas características del terreno, limitan la capacidad de la máquina de utilizar su peso y potencia.
- La profundidad y tipo de la tierra vegetal, la humedad del suelo, las rocas, etc., limitan la sustentación de la máquina.
- La densidad y tamaño de los árboles, los sistemas radiculares, las lianas y el monte bajo, influyen en los rendimientos.
- Los desniveles, las pendientes abruptas, las cárcavas, los pantanos, las piedras grandes y hasta los hormigueros bajan el rendimiento de algunas máquinas.
- Los rellenos nuevos de tierra usualmente ceden bajo el peso de las máquinas, y los suelos rocosos - las hacen patinar.
- Las capas laminares inclinadas, son las mejores para desgarrarse, pues mejoran la penetración y sube la producción.
- En pendientes y laderas, a altas velocidades, las

fuerzas de inercia suelen reducir la estabilidad del tractor.

- Se deben utilizar mayores tolerancias cuando el terreno o la superficie es desigual.
- Por lo general las operaciones de desmonte y movimiento de tierras dependen de los cambios de temperatura y las lluvias, ya que la presencia de éstos afecta el buen funcionamiento de las máquinas.
- Cuando una máquina estandar trabaja a grandes alturas, la potencia se reduce, debido a que disminuye la cantidad de aire, esta pérdida de potencia produce la disminución de tracción en la barra de tiro de las ruedas propulsoras.

## 1.2.- COSTOS HORARIOS DE OPERACION.

Los usuarios de las máquinas deben equilibrar la productividad y los costos para lograr una óptima eficiencia. Es decir, alcanzar la productividad deseada al costo más bajo posible.

La ecuación siguiente es el método más usado para evaluar el rendimiento:

$$\frac{\text{Costo Mínimo por hora}}{\text{Máxima productividad posible por hora}} = \text{Eficiencia Óptima de la máquina}$$

Los costos por hora de operación de una máquina pueden variar mucho, pues se basan en muchos factores tales como: el tipo de trabajo, los precios locales de combustibles y lubricantes, los costos de envío de la fábrica, las tasas de interés, etc. La práctica de muchos años, ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora de la máquina y demás elementos, que concurren a la ejecución de un trabajo, ya que a su vez los rendimientos de las máquinas siempre se expresan en función de cada hora de trabajo.

El costo horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato.

Se integra mediante los siguientes cargos:

- Cargos Fijos
- Cargos por consumo
- Cargos por Operación (Operador)

Calculados por hora efectiva de trabajo, y en su caso el "Cargo por Transporte"

Cargos Fijos:

- Cargo por Depreciación
- Cargo por Inversión
- Cargo por Mantenimiento (Mayor y/o Menor)
- Cargo por Seguros
- Cargo por Almacenaje

Cargo por Depreciación

Para proteger la inversión en el equipo y poder reemplazarlo, el usuario debe recuperar, durante la vida útil de la máquina una cantidad igual a la pérdida del valor en el mercado más los otros costos de posesión del equipo incluyendo los intereses, seguros e impuestos. Para fines contables, el dueño de una máquina puede estimar anticipadamente la pérdida del valor de su máquina en el mercado para recuperar su inversión original mediante un plan de depreciación de la cantidad invertida de acuerdo a los diversos trabajos que realiza.

Considerando las actuales condiciones económicas y mundiales y la tendencia hacia el uso de equipo más grande y más caro, muchos usuarios prefieren continuar utilizándolas después de haber amortizado completamente las máquinas por motivos impositivos. Considérese que hay otros factores, además de las condiciones de trabajo que afectan el tiempo de depreciación, tales como el deseo de acelerar la recuperación del dinero invertido, la compra de una máquina para una obra de duración específica, las costumbres y condiciones económicas del lugar. La disponibilidad de divisas para la compra de repuestos y muchos otros. Las normas de conservación son importantes para determinar la vida útil de las máquinas (una conservación buena y consistente extiende la vida económica de una máquina).

La historia de cada máquina debe llevarse para determinar su vida útil, que es función de la vida económica. La vida económica se obtiene a partir de una historia económica de la máquina, la cual consiste en una serie de columnas en las que se anota la fecha, el gasto, el gasto acumulado, las horas de trabajo, las horas de trabajo acumuladas, y el cociente del gasto acumulado entre las horas de trabajo acumuladas; después se grafica el cociente contra las horas de trabajo de la máquina obteniéndose un punto de transición (un mínimo) el cual marca con toda exactitud la vida económica de la máquina.

La vida útil podemos determinarla ya sea igualándola a la vida económica o alargándola un poco mientras sea conveniente, es decir, mientras no haya una inversión costo-producto (cuando los costos de mantenimiento sean ligeramente mayores que los costos de producción).

Hacemos mención de esto, dado que es sumamente importante - el saber manejar la historia económica de cada máquina, además - que, nos ayudará a tener una mejor planeación de nuestro equipo. (Al final del punto I.2.- Costos Horarios de Operación se encuentra un ejemplo para la obtención de la vida útil de una máquina).

Por lo tanto, al conocer la utilización que se le va a dar a la máquina, las condiciones de operación y las prácticas de conservación, más que cualquier otro factor, se podrá predecir la duración de una máquina para fines de depreciación. Así el cargo por depreciación es el que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Existen muchas formas para valorar este concepto pero el más empleado es el sistema lineal, es decir, que la máquina se deprecie la misma cantidad por unidad de tiempo.

Se representa por la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

**Donde:**

- D - Depreciación por hora efectiva de trabajo.
- Va - Valor de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional descontando el valor de las llantas en su caso.
- Ve - Vida económica expresada en horas de trabajo.
- Vr - Valor de rescate de la máquina.

En la actualidad en el medio de la construcción, la legislación fiscal considera que la depreciación total del equipo de construcción se completa en un período de cinco años, lo cual significa una depreciación anual del 20% del costo de adquisición de la máquina, siguiendo el criterio de depreciación lineal. (Al final del punto I.2.- Costos Horarios de Operación se presenta un ejemplo para la obtención de la depreciación actualizada en época de inflación).

**Cargo por Inversión**

El precio de entrega debe incluir todos los costos de preparación de la máquina para el trabajo en la locación del usuario, incluyendo el transporte y cualquier impuesto aplicable.

En las máquinas con neumáticos de goma, los neumáticos se consideran como un elemento de desgaste y están cubiertos como un gasto de operación. Por consiguiente, algunos usuarios querrán reducir el costo de los neumáticos del precio de entrega, particularmente para las máquinas grandes. Toda máquina de movimiento de tierras tendrá cierto valor cuando se canjee. Esto es una opción del estimador, pero al igual que en lo relativo a los períodos de depreciación, los otros costos que tienen las máquinas ahora, casi obligan a que se considere el valor de reventa para determinar la inversión -

neta depreciable. Y si las máquinas se canjean en menos tiempo, debido a las ventajas relativas a los impuestos, el valor de reventa es aún más importante. Para muchos dueños el valor potencial de reventa o de canje es un factor determinante en sus decisiones de compra, ya que es una forma de reducir la inversión que se debe recobrar mediante la depreciación.

Cuando se utiliza el valor de reventa o de canje para calcular los costos por hora de posesión y operación, se deben tener en cuenta las condiciones del lugar, pues el valor del equipo usado varía mucho de un punto a otro. Sin embargo, en todo mercado de máquinas de segunda mano, los factores más importantes en el valor de reventa o de canje son las horas de servicio de la máquina, los tipos de trabajo y las condiciones de operación en que se utilizó, así como el estado en que se halla.

Por otra parte podemos decir que el "Cargo por Inversión", es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria y está representado por la ecuación:

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

Donde:

Va - Valor de adquisición

I - Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo

Vr - Valor de rescate

$\frac{Va + Vr}{2}$  - Valor medio de la máquina durante su vida económica.

Ha - Número de horas efectivas que el equipo trabajo durante el año

i - Tasa de interés anual en vigor.

### Cargos por Mantenimiento

Normalmente los costos de reparación son el punto más -- importante de los costos de operación e incluyen todas las piezas y mano de obra (excepto el salario del operador) que se pueden cargar a la máquina. Los gastos generales del taller se pueden absorber en los gastos generales de la compañía o -- bien cargar a las máquinas como un por ciento del costo de mano de obra directa según la práctica normal del dueño de la máquina.

Los costos horarios de reparación de una sola máquina -- normalmente tienen un patrón ascendente debido a que los desembolsos más importantes vienen juntos. Sin embargo, cuando se consideran promedios más amplios, el ascenso es más suave, debido a que este costo horario de reparación empieza bajo y se eleva gradualmente durante la vida de la máquina; los costos -- horarios de operación se deben también ajustar constantemente hacia arriba al ir envejeciendo la unidad. También se puede utilizar un costo de reparación promedio con un costo horario de operación fijo, debido a que los costos de reparación inicialmente son bajos y se van elevando gradualmente, el promediarlos produce un excedente extra al principio que se puede reservar para cubrir los costos más altos posteriores.

Las aplicaciones de las máquinas, las condiciones de operación y la atención en la conservación, determinan también -- los costos de reparación. En cualquier aplicación específica, la experiencia de un costo real en un trabajo similar dá la mejor base para establecer una reserva de reparación horaria.

Hay que incluir todos los costos de los componentes de -- alto desgaste tales como cuchillas, puntas de desgarrador, dientes de cucharón, forros de caja, puntas gufa, etc. y costos de

soldadura en plumas y brazos, Estos costos varían mucho dependiendo de las aplicaciones, los materiales y las técnicas de operación.

En general los cargos por mantenimiento son los originados por todas la erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con -- rendimiento normal durante su vida económica. Se divide en -- mayor y menor.

En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria -- en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse -- en el campo, empleando personal especialista y que requiere re tirar la máquina de los frentes de trabajo por un tiempo con siderable. Incluye: mano de obra, repuestos y renovaciones de -- partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios. En el mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como cambios de líquidos hidráulicos, aceites de transmisión, filtros, grasas y estopas; incluye el personal y equipo auxiliar para realizar estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Está representado por:

$$M = Q D$$

Donde:

- M - Cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.
- D - Depreciación de la Máquina
- Q - Coeficiente que varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo (1 Máquina grande a 0.5 Máquina Pequeña).

Cargo por Seguros

El cargo por seguro y los impuestos se pueden calcular - de dos maneras, si se conoce el costo específico anual hay que utilizar dicha cifra. Sin embargo, cuando no se conoce el costo de cada máquina se puede aplicar el multiplicador de porcentaje basado en tarifas locales. En síntesis se entiende como "Cargo por Seguros" al necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica y por accidentes que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente con sus propios recursos a los posibles riesgos de la máquina (autoaseguramiento).

Este cargo está representado por:

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

Donde:

S- Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.

Va- Valor de adquisición

Vr- Valor de rescate

$\frac{Va + Vr}{2}$  - Valor medio de la máquina durante su vida económica.

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

s- Prima anual promedio expresada en porcentaje del valor de la máquina (varía entre el 3% al 6%)

Nota: Hoy en día dados los altos costos que una máquina genera es poco frecuente que una compañía asegure en toda la vida útil una máquina por lo que para los cargos por seguro únicamente se considerará una prima del 1% para el transporte.

Cargo por Almacenaje

Esta representado por:  $A = KA D$

Donde:

- A - Cargo por almacenaje por hora efectiva de trabajo.
- KA - Factor de almacenaje ( por lo general se considera como un 3%)
- D - Depreciación de la máquina.

Cargos por Consumo:

- Cargo por combustibles
- Cargo por lubricantes
- Cargo por filtros, grasas y estopas.
- Cargo por otras fuentes de energía
- Cargo por llantas
- Cargo por piezas de desgaste rápido

Cargo por combustibles

El consumo de combustible se puede medir con bastante exactitud en la obra. Sin embargo, si no hay oportunidad de hacerlo, se puede estimar conociendo el empleo que se dará a la máquina.

La clase de trabajo determina el factor de operación, el factor es el coeficiente que disminuye el consumo de combustible; depende del tipo de máquina y trabajo a realizar como ya se dijo. Para maquinaria pesada con trabajo pesado (PP) el coeficiente es máximo (1.0 a 0.8), para maquinaria liviana y trabajo liviano (LL) el factor es mínimo (0.5 a 0.3), las combinaciones de maquinaria y trabajos nos dan coeficientes intermedios. La asignación de este coeficiente se realiza a criterio del usuario que debe contar con experiencia en el manejo del equipo y comportamiento del mismo en las diferentes condiciones de trabajo. Los periodos de marcha de la velocidad en vacío, el empuje con la hoja, el recorrido en retroceso del -

del equipo, el movimiento de máquina vacía, las maniobras precisas con admisión parcial y el trabajo cuesta abajo son ejemplos de operaciones que reducen el factor de operación, de aquí que el cargo por consumo de combustible es el derivado de todas las erogaciones producidas por los consumos de gasolina o diesel y está representado por:

$$E = e P_c$$

Donde:

E - Cargo por consumo de combustibles por hora efectiva de trabajo.

e - Cantidad de combustible necesaria por hora efectiva de trabajo.

Se determina en función de la potencia del motor, del coeficiente por el tipo de combustible, del coeficiente de tiempo efectivo y del factor de operación.

P<sub>c</sub> - Precio del combustible puesto en la máquina.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, se ha determinado que tienen los siguientes consumos promedios de combustible por cada hora de operación:

- Motores Diesel: 0.16 litros/HP por Hr
- Motores Gasolina: 0.23 litros /HP por Hr

#### Cargo por Lubricantes

Los costos horarios de los aceites lubricantes (motor, transmisión, mando finales, controles hidráulicos) se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos y cambios periódicos de los mismos, y está representado por:

$$L = (a + a_1) P_1$$

Donde:

- L - Cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo.
- a - Consumo de aceite quemado al operar
- PI - Costo del aceite lubricante del motor, puesto en el mismo.

Los consumos de aceite, incluyendo los cambios periódicos del mismo, se pueden determinar a partir de las siguientes fórmulas:

$$a = qa \text{ Fo HPnom} \quad \text{Donde: } CC - \text{Capacidad de la caja de aceite del motor (cárter)}$$

$$qa = 0.0031 \text{ lt/HPap} \quad \text{Hca - Horas efectivas transcurridas entre 2 cambios de aceite.}$$

$$a1 = \frac{CC}{Hca}$$

$$\text{Hap} = \text{Fo Hpnom} \quad \text{Fo - Factor de Operación}$$

$$\text{HPnom} - \text{Potencia de operación nominal de la máquina.}$$

$$\text{HPap} - \text{Potencia aplicable}$$

Hca (horas efectivas transcurridas entre 2 cambios de aceite, generalmente de 100 hr, puede variar con la existencia de polvo hasta unas 70 hr)

Nota:

Como únicamente se está considerando el aceite del motor, se incrementará el cargo (L) en un 25% para considerar el consumo por aceites de transmisión, mandos finales y controles hidráulicos. El 25% se obtiene del manual de Posesión y Operación Caterpillar.

Cargo por filtros, grasas y estopas

De la misma manera que los consumos de lubricantes, los costos horarios de los filtros, grasas y estopas se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos y cambios periódicos de los mismos; pero a falta de un método práctico para la estimación del mismo, únicamente se considerará un 200% -- del cargo por lubricantes.

## Nota:

El 200% se obtiene del manual de posesión y operación Carterpillar.

$$FGE = 2 L$$

## Donde:

FGE - Cargo por consumo de filtros, grasas y estopas por hora efectiva de trabajo.

L - Cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo.

Cargo por otras fuentes de energía

Es el derivado de las erogaciones producidas por los consumos de energía eléctrica o energéticos y representa el costo que tenga la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe, en energía mecánica que nos proporciona para ser utilizada. La ecuación fundamental que nos permite deter-

minar el costo de estos consumos es:

$$E_c = N E_m P_e$$

Donde:

$E_c$  - Energía consumida

$N$  - Eficiencia del motor eléctrico

$E_m$  - Energía mecánica utilizable

$P_e$  - Precio de la unidad de energía eléctrica suministrada.

En la práctica nos encontramos con la dificultad de que los fabricantes de motores eléctricos proporcionan la potencia nominal en caballos de potencia (HP), pero la compañía suministradora de energía eléctrica la vende en Kilowatt-hora (KWH). Para obtener el consumo horario de energía de un motor eléctrico en una hora de operación utilizamos la fórmula:

$$E_c = 0.653 \text{ HP } P_e$$

Donde:

$E_c$  - Energía eléctrica consumida en KWH

HP - Potencia nominal del motor

$P_e$  - Precio de kilowatt-hora puesto en la máquina

#### Cargo por Llantas

Los costos de neumáticos son parte importante del costo horario de cualquier máquina de ruedas. La mejor estimación de este punto se obtiene cuando las cifras de la vida útil - del neumático se basan en la experiencia y en el costo de los mismos.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les imparta, de las cargas a que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Este cargo se considera sólo para aquella máquina en la cual, al calcular su depreciación se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma. Dicho cargo está representado por:

$$L1 = \frac{V11}{Hv}$$

Donde:

- L1 - Cargo por consumo de llantas por hora efectiva de trabajo.
- V11 - Valor de adquisición de las llantas.
- Hv - Horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes:

Velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transitan tales como pendientes, curvaturas, rodamientos, posición en la máquina, cargas que soportan y climas en que se opera.

#### Cargo por piezas de desgaste rápido

El último cargo por consumos es el relativo a las piezas sujetas a continuas fuerzas abrasivas (Máquinas de cadenas-tren de rodaje), a variaciones súbitas de presión, etc.

y cuya vida económica es menor al resto del equipo. Se calcula mediante la expresión:

$$Pe = \frac{Vp}{Hr}$$

Donde:

- Pe - Costo por pieza de desgaste rápido, por hora de operación del equipo.
- Vp - Valor de adquisición de las piezas especiales de desgaste rápido.
- Hr - Horas de vida económica de las piezas especiales de desgaste rápido.

Cargos por Operación (Operador de la máquina):

Para obtener una evaluación real de los costos correspondientes al operador, se incluye también el costo horario de los beneficios sociales. El cargo por operación, es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salario al personal encargado de la operación de la máquina por hora efectiva de trabajo de la misma.

Está representado por:

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

Donde:

- O - Cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo.
- St - Representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender; salario base, cuotas obrero patronales por seguro social, impuestos sobre remuneraciones pa

gadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo, o sea, el salario real de este personal.

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

#### Cargos por transporte

En términos generales el transporte de la máquina se considera como un cargo indirecto, pero cuando sea conveniente a juicio del constructor, podrá tomarse en cuenta dentro de los cargos directos o como un concepto de trabajo específico.

## EJEMPLO:

## OBTENCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN ACTUALIZADA EN EPOCA DE INFLACION.

Se realizará en 5 años, con inflaciones del

20% entre 1° y 2° año.

21% entre 2° y 3° año.

22% entre 3° y 4° año.

23% entre 4° y 5° año.

El valor de adquisición de la máquina (Va) (tractor D8N - Caterpillar)

\$ 380,000 Dls (mes de marzo de 1989)

\$ 1 Dls = \$ 2,400.00 pesos mexicanos (31 de marzo de 1989)

∴ Va = \$ 912,000,000.00

El valor de rescate será del 20% del Va.

$$\text{Depreciación actualizada} = \frac{\text{Va} - \text{Vr} - \text{Dep. Acum.}}{\text{Núm. de años}}$$

$$\text{1er año) } \frac{912'000,000 - 182'400,000}{5 \text{ años}} = \$ 145'920,000.00$$

$$\text{2º año) } \frac{1,094'400,000 - 218'880,000 - 145'920,000}{4 \text{ años}} = 182'400,000.00$$

$$\text{3º año) } \frac{1,324'224,000 - 264'844,800 - 328'320,000}{3 \text{ años}} = 243'686,400.00$$

$$\text{4º año) } \frac{1,615'553,280 - 323'110,656 - 572'006,400}{2 \text{ años}} = 360'218,112.00$$

$$\text{5º año) } \frac{1,987'130,534 - 397'426,106.8 - 932'224,512}{1 \text{ año}} = 657'479,915.20$$

1,589'704,427.20

+ 397'426,106.80

\$ 1,987'130,534.00

La depreciación es un valor a recobrar mediante trabajo, el precio de adquisición menos el valor de rescate estimado dividido por las horas totales de uso nos da como resultado la depreciación

por hora para proteger el valor del activo, no considerando la -  
inflación. Ahora para considerar la inflación lo que se necesi-  
ta hacer es repetir el cálculo de la depreciación tantas veces -  
como la inflación crezca (se puede hacer por año, mes, semana o  
por día si la inflación así lo exige).

## EJEMPLO:

## OBTENCION DE LA VIDA UTIL DE UNA MAQUINA (TRACTOR D&amp;N CATERPILLAR).

Este ejemplo se realizó con el método del Manual de Rendimientos de Equipo Caterpillar, la contabilidad se realizará en periodos de 3 meses (600 hrs.)

En el análisis para la obtención de la vida útil de la máquina se consideraron los puntos siguientes:

- a) Valor de entrega.
- b) Consumo de combustibles.
- c) Mantenimiento preventivo.
- d) Mantenimiento correctivo.
- e) Componentes de desgaste especiales.
- f) Salario del operador y mecánico.

a) Valor de entrega.

Incluye el valor de adquisición de la máquina nueva (Va), - todos los costos de preparación de la máquina para el trabajo - en la locación del usuario, incluyendo el transporte, seguros y cualquier impuesto aplicable.

En las máquinas con neumáticos, éstos se consideran como un elemento de desgaste y están cubiertos como un gasto de operación, por consiguiente, algunos usuarios deducen el costo de los neumáticos del precio de entrega, particularmente para máquinas grandes.

Para el ejemplo se considerarán estos gastos como un 20% -- del valor de adquisición de la máquina, por lo tanto:

$$\begin{aligned} Va &= \text{precio de la máquina nueva} \times 1.20 \\ &= \$ 912'000,000 \times 1.20 \\ Va &= \underline{\underline{\$ 1,094'400,000}} \end{aligned}$$

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

b) Consumo de Combustibles

Costo por consumo = Consumo de x Precio local del  
de combustible/Hr. combust./Hr combustible

Consumo de = HP X Coef. del X. Coef. de tiempo X Factor de  
combust./Hr diesel efectivo operación  
= 285 HP X 0.16 X 0.75 X 0.85

Consumo de = 29 Lt/Hr.  
combust./hr.

Precio del diesel puesto en la máquina = \$ 550.00

Costo por consumo  
de combust./Hr = 29 Lt/Hr X \$ 550  
= \$ 15,950.00/Hr.

Costo por consumo de combust. = \$ 15,950 X 600 Hr  
durante 3 meses (600 Hr)  
= 9'570,000.00

c) Mantenimiento preventivo.

En dicho mantenimiento se incluyen: cambios de lubricantes, filtros, grasas y estopas en motor, sistema hidráulico, transmisión y embragues, dirección y mandos finales, además de la afinación de la máquina.

. Lubricantes.

Los costos horarios de aceites lubricantes y grasas se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos indicados y los precios locales.

Consumo Horario aprox. de lubricantes (cuando se trabaja con mucho polvo, barro o agua, aumente las cantidades en un 25%).(Sección de tablas).

Modelo	Motor Lt	Transmisión(Lt)	Mandos Finales Lt	Controles Hid. (Lt)	Cambios de Lub. (+)	Conectores de Engr.(++)
DBH	0.181	0.166	0.022	0.035	12	516

NOTA: Estas cifras se basan en la operación de la máquina en condiciones ideales, sin pérdida de lubricantes. Se calculan parcialmente, dividiendo los intervalos de tiempo recomendados (en horas) entre la capacidad del tanque.

- (+) Cantidad de cambios de lubricante (Cárter, transmisión, -- mandos finales e hidráulicos) en un período de 1000 Hr.
- (++) Los números se refieren a la cantidad de conectores de engrase que se pueden servir durante un período de 1000 Hr. El total puede variar según el equipo de la máquina.

Costo horario de Lubricantes = Consumo Horario de Lubricante X Precio del lubricante en obra.

Por lo tanto:

CHL (Cárter) = 0.181 X \$ 4,000 = \$724/hr.

CHL (Cárter)/c 1000 hr = \$724,000

CHL (Transmisión) = 0.166 X \$ 5,000 = \$ 830/hr

CHL (Transmisión)/c 1000 hr = \$ 830,000

CHL (Mandos finales) = 0.022 X \$ 7,000 = \$ 154/hr.

CHL (Mandos finales)/c 1000 hr = \$ 154,000

CHL (Controles Hid.) = 0.035 X \$ 7,000 = \$ 245/hr

CHL (Controles Hid.)/c 1000 hr = \$ 245,000

. Engrase.

Costo horario de Engrase/c 1000 hrs = Núm. de conectores X precio por cada conector en 1000 hr.

1 Kg. de grasa = \$ 2,000.00 ; Turno = 8 hr.

Por lo tanto:

$$\text{Precio por cada conector en 1000 hr} = \frac{1000 \text{ hr} \times \$ 2,000}{8 \text{ hr} \times 516 \text{ conectores}} = \$ 500.00 \text{ aprox.}$$

$$\text{CHE} = 516 \times \$ 500 = \underline{\$258,000/c 1000 \text{ hrs.}}$$

. Filtros.

Los costos de los filtros por hora, se determinan utilizando la tabla siguiente:

Filtros	Intervalo de cambios	Núm. de filtros	Costo	Núm. de filtros cada 1000 hr.	Costo Total
Motor					
Transmisión					
Sist. Hidr.					
Combustible:					
Primario					
Final					
Aire:					
Primario					
Secundario					

COSTO TOTAL DE FILTROS/c 1000 hr.=

Por lo tanto: de la sección de tablas:

Modelo	Costo horario Aprox. del filtro	Núm. de filtros	Costo de filtro/hr.
DBN	\$ 530.00	32	\$ 16,960.00

Costo de Filtros/c 1000 hr. = \$ 16'960,000

NOTA:

Los costos de filtros por hora no incluyen la Mano de Obra horaria (MOH).

## . Mano de obra

## - Filtros:

Para determinar la Mano de Obra se puede aplicar la tarifa de MOH durante 5 min. por cada cambio de filtro.

Salario diario de un mecánico = \$ 13,085.00

Salario Horario = \$ 13,085/8 hr = \$ 1,635.63/hr.

Tarifa de M.O. = \$ 1,635.63  $\times \frac{5 \text{ min}}{60 \text{ min}}$  = \$ 136.30 por cada cambio de filtro durante 5 min.

así:

Costo Total por M.O. en -- = Tarifa de M.O. NÚm. de filtros/  
cambios de filtros/c 1000 hr. = durante 5 min. X cada 1000 hr.  
= \$ 136.30 X 32

Costo Total por M.O. en  
cambios de filtros/c 1000 hr. = \$ 4,361.6

## - Lubricantes:

Se considera 25 min. para hacer el cambio de aceite.

Tarifa de M.O. = \$ 1,635.63  $\times \frac{25 \text{ min}}{60 \text{ min}}$  = \$ 681.51 por cada cambio de aceite durante 25 min.

Costo total por M.O. en = Tarifa de M.O. X NÚm. de cambios de  
cambios de aceite/c 1000 hr = durante 25 min. aceite lubricante/  
cada 1000 hr.  
= \$ 681.51 X 12

Costo total por M.O. en  
cambios de aceite/c 1000 hr = \$ 8,178.12

## - Engrase:

Se considera 1 min. para conexión de engrase.

Tarifa de M.O. durante 1 min. = \$ 1,635.63 X  $\frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ min.}}$  = 27.26 por conexión de engrase.

Costo total por M.O. en conexiones de engrase/c = 1000 hr.      Tarifa de M.O. durante 1 min. X      Número de conectores de engrase/c 1000 hrs.

= \$ 2726 X 516

Costo total por conexiones de engrase/c 1000 hr. = \$ 14,066.41

#### . Afinación de la Máquina

Se considerarán períodos de afinación de 3000 hr., incluye:

- Servicio al tubo cargador.
- Servicio a la bomba de inyección.
- Mano de obra, transporte, material, etc.

Costo total de la Afinación = \$7'000,000/c 3,000 hrs.

#### d) Mantenimiento correctivo.

En este punto se considerarán dos aspectos:

1. Planeación (reserva para reparaciones)
  2. Imprevistos.
1. Planeación.

Se utiliza un tractor D8N Caterpillar durante unas 2,400 hr. al año, en trabajos de desgaste medianos; la máquina no se cuida en forma excesiva pero cuenta con un programa regular de conservación preventiva.

La máquina se canjeará a los 5 años por lo que se usarán los factores sig.:

Factor Básico de Reparación = 7.5 Dls/hr. (sección de tablas)  
 = 7.5 Dls X \$2,400.00 = \$ 18,000/hr.  
 Empleo Total = 2,400 hr/año X 5 años = 12,000 hr.  
 Multiplicador de duración prolongada = 1.1 (sección de tablas)

Costo de Reserva para reparaciones = \$ 18,000 X 1.1 = \$ 19,800/hr.

Costo de Reserva para Reparaciones/c 1000 hr = \$ 19,800.000 (después del 2º año)

## 2. Imprevistos

Se considerará como el 75% del Costo de Reserva para Reparaciones.

Por lo tanto:

Costo de Imprevistos = 0.75 X 19,800 = \$ 14,850.00/hr.

Costo de Imprevistos/c 1000 hr. = \$ 14'850,000 (después del 3er. año)

### e) Componentes de Desgaste Especiales.

Hay que incluir todos los costos de los componentes de alto desgaste, tales como: cuchillas, puntas de desgarrador, dientes de cucharón, forros de caja, puntas guía, etc. y costos de soldadura en plumas y brazos. Estos costos varían mucho dependiendo de las aplicaciones, los materiales y las técnicas de operación.

Considerando que el tractor está equipado con un desgarrador de un solo vástago y hoja tipo recta, serán necesario tomar en cuenta el costo de las puntas, protectores de vástago, gavilanes y cuchillas de la hoja recta.

Dependiendo de las condiciones de operación, se decide utilizar el desgarrador sólo el 20% del tiempo de operación del tractor. La duración estimada de la punta es de 30 hrs.

La frecuencia de reemplazo de la punta =  $30\text{hrs} \times 0.20$   
 = cada 150 hrs. de -  
 operación del tractor.

Se estima que la duración de un protector de vástago es 2 - veces mayor que la de una punta, es decir, 300 hrs. de operación del tractor. La duración de los gavilanes se estima de 600 hrs; después del 5° año se requiere de una cuchilla.

Punta = \$ 120,000/cada 150 hrs.

Protector de vástago = \$ 168,000/cada 300 hrs.

1 Cuchilla = \$ 700,000/cada 5 años.

Gavilanes = \$ 336,000/cada 600 hrs.

f) Salario del Operador y Mecánico.

Operador, salario mensual = \$1'200,000

∴ salario del operador  
 cada 3 meses = \$ 1'200,000 X 3 = \$ 3'600,000

Mecánico, salario mensual = \$1'000,000

∴ salario del mecánico  
 cada 3 meses = \$ 1'000,000 X 3 = \$ 3'000,000

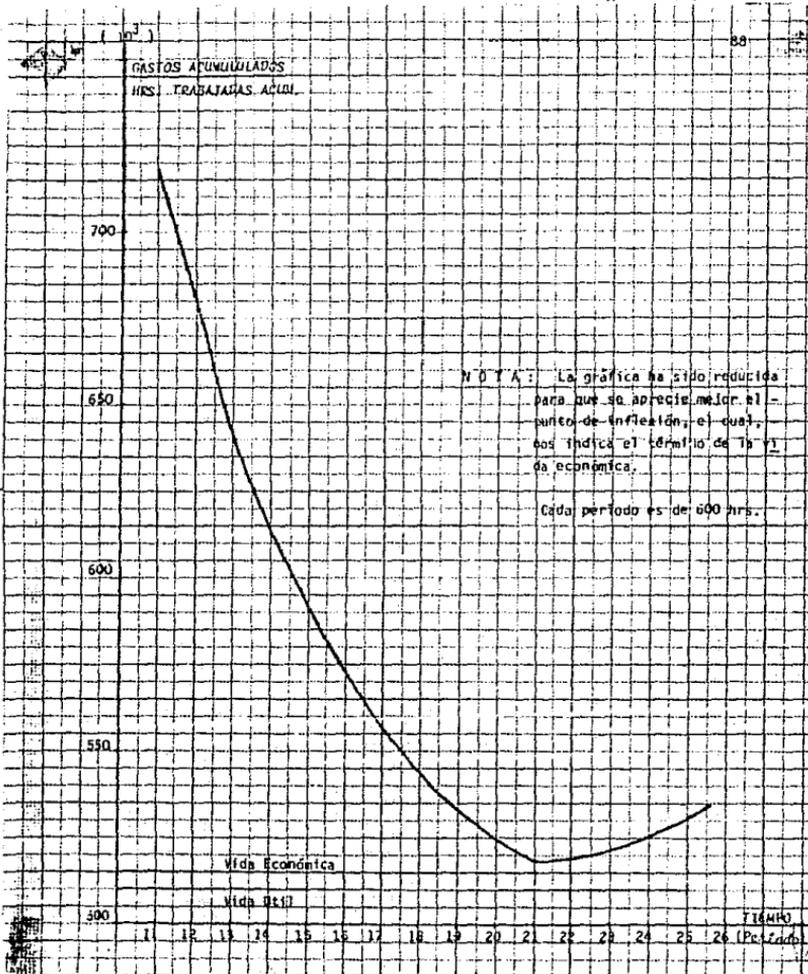
Horas de vida de la Máquina.		Periodo	Valor de Adquisición (va.)	Consumo de Combustible.	Consumo de Lubrificantes, Grasas y Filtros LIG. c/1000 hrs.	Hono de Obra LIG.	Afiliación c/3000 hrs.	Componentes de desgaste c/150 hrs.	Protector de Mástago c/300 hrs.	07 Gavilanes c/600 hrs.	Cuchillas c/5 años.	Salario del Operador c/4 meses.	Salario de Mecánico c/8 meses.	Reparaciones después del 2º año c/1000 hrs.	Imprevistos después del 3er. año c/1000hrs.	Incrementar.	GASTOS	GASTOS ACUMULADOS	HORAS TRABAJADAS.	HORAS TRABAJADAS ACUMULADAS.	GASTOS ACUMULADOS HRS. TRAB. ACUM.	
1º año	600	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		1,108'698,000		200			
	1200	2	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'120,606	1,142'818,606	200	200	5'714,093	
	1800	3	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		14'922,000	1,157'740,606	200	400	2'894,351	
	2400	4	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'120,606	1,191'861,212	200	600	1'986,435	
2º año	3000	5	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		41'120,606	1,232'981,818	200	800	1'541,227	
	3600	6	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		14'922,000	1,247'903,818	200	1000	1'247,903	
	4200	7	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'120,606	1,282'024,424	200	1200	1'068,353	
	4800	8	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'722,000	1,316'746,424	200	1400	940,533	
3º año	5400	9	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'120,606	1,350'867,030	197	1597	845,877	
	6000	10	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		60'920,606	1,411'787,636	195	1792	787,827	
	6600	11	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		14'922,000	1,426'709,636	193	1985	718,745	
	7200	12	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		68'770,606	1,495'480,242	190	2175	687,577	
4º año	7800	13	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'722,000	1,530'202,242	287	2362	647,841	
	8400	14	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		48'970,606	1,579'172,848	184	2546	620,256	
	9000	15	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		60'920,606	1,640'093,454	181	2727	601,427	
	9600	16	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		29'772,000	1,669'865,454	178	2905	574,824	
5º año	10200	17	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		68'770,606	1,738'636,060	174	3079	564,675	
	10800	18	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		34'722,000	1,773'358,060	170	3249	545,816	
	11400	19	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		48'970,606	1,822'328,666	168	3415	533,624	
	12000	20	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*		77'025,758	1,899'354,424	162	3577	530,391	
6º año	12600	21	*	*	*	*	5*	2*	1*	*	*	*	*	*	*	1.25	1.30	38'703,600	1,938'058,024	158	3735	518,891 ←
	13200	22	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*	1.35	92'840,318	2,030'898,342	154	3889	522,216	
	13800	23	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*	2.50	86'805,000	2,117'703,342	150	4039	524,314	
	14400	24	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*	1.70	83'250,030	2,200'953,372	145	4184	526,040	
	15000	25	*	*	*	*	4*	2*	1*	*	*	*	*	*	*	1.50	91'380,909	2,292'334,281	140	4328	529,652	

NOTA: Los costos del periodo 20 al 25 se incrementarán en un 25,30,35,150,70 y 50% respectivamente por concepto de reparaciones e imprevistos principalmente.

\* PERIODOS DE 3 MESES; 25 DIAS POR MES; 8 HRS. POR TURNO; 600 HRS./ 3MESES.

→ PUNTO DE INFLEXION. VIDA ECONOMICA DE LA MAQUINA.

debido al aumento de los gastos de la máquina



### 1.3.- CRITERIOS DE UTILIZACION GENERAL DEL EQUIPO.

De acuerdo a la ejecución de las diferentes etapas de un camino rural el equipo más frecuentemente utilizado es el siguiente:

- Tractores de Orugas.
- Motoescrepas.
- Cargadores de (Orugas y Neumáticos).
- Motoconformadoras.
- Equipos de perforación.
- Equipo para acarreos.

Su elección de acuerdo a las etapas del camino se basa - principalmente en los factores siguientes:

#### TRACCION.

Se puede calcular el coeficiente de tracción, de acuerdo a las condiciones del suelo y con la ayuda de tablas de manuales de rendimientos de maquinaria.

De ruedas - hasta 0.65 (en pozo de cantera)

De cadenas - hasta 0.90.

La Tracción en las ruedas =  $\text{Peso de máquina} \times \text{Coeficiente de tracción.}$

#### VELOCIDAD.

De ruedas - Las velocidades de recorrido son mucho mayores que los de orugas.

**MANIOBRABILIDAD.**

La dirección de bastidor articulado y la buena visibilidad confieren a los tractores de neumáticos gran maniobrabilidad.

**DISTANCIA DE ACARREO.**

La distancia de acarreo es el factor principal en la decisión de elegir entre una máquina de orugas o de neumáticos.

**COSTO.**

Los costos en neumáticos y en el tren de rodaje suelen ser importantes para elegir entre la máquina de ruedas o de orugas.

**COMPACTACION.**

Presión sobre el suelo:

De ruedas: de 35 lb/pulg<sup>2</sup>(2.41 bar)- 40 lb/pulg<sup>2</sup>(2.75 bar)

De orugas: de 12 lb/pulg<sup>2</sup>(0.82 bar)- 14 lb/pulg<sup>2</sup>(0.97 bar)

**UTILIZACION.**

Debe utilizarse al tractor de neumáticos en las condiciones siguientes:

- Largas distancias de empuje.
- Tierra suelta, con muy pocas piedras o sin ellas.
- Trabajo a nivel o cuesta abajo.
- Terreno en buenas condiciones.
- Empuje rápido de las traíllas.
- Despeje de montones de material.

El tipo de material que se va a atacar puede determinar el equipo básico a utilizarse. Ahora bien, el punto principal es la distancia y el tipo de acarreo.

Para las rocas, el equipo básico debe ser un cargador frontal o una pala. Para excavar tierra, si se puede construir un camino para transporte, es preferible utilizar escrapas.

Pero si hay que mover tierra a varios kilómetros en caminos existentes, la elección sería un cargador frontal o una pala mecánica que cargarán camiones de volteo (Volquetes). El uso de una retroexcavadora o pala mecánica, depende del fondo de la excavación. Si el fondo es demasiado suave, se podrá utilizar una pala mecánica de largo alcance; pero cuando se pueda utilizar una retroexcavadora, es preferible usarla en lugar de la pala mecánica, debido a su mayor producción.

Por lo tanto, al seleccionar el equipo básico se deben tener en cuenta los puntos siguientes:

- La distancia de acarreo.
- Tipos de los materiales que se van a atacar.
- Tipo y tamaño del equipo para acarreos.
- Capacidad de soporte del terreno original.
- Capacidad de soporte del terreno que se va a atacar.
- Volumen del material que se va a atacar.
- Volumen que se va a atacar por unidad de tiempo.
- Tipo de camino para el acarreo.

+ Para apreciar los criterios anteriores se presentará un ejemplo característico (en este caso será el tractor):

El tractor es la máquina más importante en los movimientos de tierras y por ende en los caminos. Los tractores de oruga se utilizan más que los equipados con neumáticos, debido a sus características pues trabajan en terrenos abruptos, suaves, pantanosos, sobre roca y en pendientes.

Los equipados con neumáticos son adecuados para proyectos específicos, como excavación en tierra o arenas duras en

donde el desgaste de las orugas sería excesivo.

En el mantenimiento de los tractores, los neumáticos y las orugas son los más costosos.

La velocidad de avance del tractor de neumáticos puede ser de un mínimo de 5 Km/h - 65 Km/h, en cambio la de un tractor oruga es de menos de 1.5 Km/h hasta no mucho más de 13 Km/h.

El tractor de carriles puede equiparse con aditamentos que le permiten efectuar una gran diversidad de labores, entre los que destacan tenemos:

- Unidad trasera de control por cable con doble tambor. Se utiliza para el arrastre de escepas o como control por cable para el bulldozer con un solo tambor.
- La hoja Bulldozer.- Ya sea de control por cable con la unidad delantera y trasera o con controles hidráulicos.
- Además de la hoja bulldozer, existen otros tipos de cuchillas como la angulozer, recta, universal, semi-universal, desarraigadora, arrancadora de troncos y rocas, y empujadoras.

El tractor equipado con bulldozer es muy eficiente para excavar, una de sus limitaciones es la distancia de acarreo, junto con el nivel de piso de excavación.

Para una mayor producción lo más conveniente sería el no acarrear, pues los acarreos de un tractor equipado con bulldozer son del orden de 30 m - 50 m, la distancia máxima de acarreo aconsejable es de 100 metros, pero en este caso aumenta mucho el tiempo del ciclo por la baja velocidad del tractor y por lo tanto disminuye el rendimiento, lo que resulta anti-económico.

El escurrimiento del material por los lados de la hoja puede ser un factor límite en la distancia de acarreo.

donde el desgaste de las orugas sería excesivo.

En el mantenimiento de los tractores, los neumáticos y las orugas son los más costosos.

La velocidad de avance del tractor de neumáticos puede ser de un mínimo de 5 Km/h - 65 Km/h, en cambio la de un tractor oruga es de menos de 1.5 Km/h hasta no mucho más de 13 Km/h.

El tractor de carriles puede equiparse con aditamentos que le permiten efectuar una gran diversidad de labores, entre los que destacan tenemos:

- Unidad trasera de control por cable con doble tambor. Se utiliza para el arrastre de escrepas o como control por cable para el bulldozer con un solo tambor.
- La hoja Bulldozer.- Ya sea de control por cable con la unidad delantera y trasera o con controles hidráulicos.
- Además de la hoja bulldozer, existen otros tipos de cuchillas como la angloadozer, recta, universal, semi-universal, desarraigadora, arrancadora de troncos y rocas, y empujadoras.

El tractor equipado con bulldozer es muy eficiente para excavar, una de sus limitaciones es la distancia de acarreo, junto con el nivel de piso de excavación.

Para una mayor producción lo más conveniente sería el no acarrear, pues los acarreos de un tractor equipado con bulldozer son del orden de 30 m - 50 m, la distancia máxima de acarreo aconsejable es de 100 metros, pero en este caso aumenta mucho el tiempo del ciclo por la baja velocidad del tractor y por lo tanto disminuye el rendimiento, lo que resulta anti-económico.

El escurrimiento del material por los lados de la hoja puede ser un factor límite en la distancia de acarreo.

Entre los usos del tractor equipado con bulldozer tene  
mos:

Desmote y desenraice.  
Limpia de terrenos para construcción.  
Construcción y mantenimiento de caminos de acceso.  
Despalme de bancos y arreglo del piso de los mismos.  
Afloje de material para cargadores frontales.  
Afine tosco de taludes.  
Formación de bordos con préstamo lateral.  
Relleno de zanjas.  
Empujador de motoescrepas.  
Auxiliar en diversos procedimientos constructivos.  
Excavación y acarreo a menos de 100 metros.  
Extendimiento de material en terraplenes y remolcan  
do equipo de compactación.

- Escarificador (Ripper).- Montado en la parte posterior del tractor, con control hidráulico aplica presión hacia arriba o hacia abajo para el afloje del material.
- Pluma lateral.- Esta se monta a un costado del tractor y en el lado opuesto se coloca un contrapeso, su uso principal es el tendido de tuberías en distancias largas.
- Grúa para Tractor.- Consiste en una grúa con radio limitado de giro que se coloca en el tractor.
- Bloque u Hoja de empuje.- Se utiliza para empujar escrepas, también puede usarse como una cuchilla corta.
- Soldadura.- Montadas en el tractor para darles movili  
dad, las soldadoras eléctricas se impulsan con el mo  
tor del tractor.
- Perforadoras.- Con frecuencia, el tractor sirve como máquina motriz para una perforadora rotatoria; durante

la perforación el motor del tractor impulsa la rotación de la barrena, bombas hidráulicas y compresores de aire.

C A P I T U L O I I

EQUIPOS MAS FRECUENTEMENTE USADOS EN LA CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES, SUS CARACTERISTICAS Y --  
UTILIZACION.

II.- EQUIPOS MAS FRECUENTEMENTE USADOS EN LA CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES, SUS CARACTERISTICAS Y UTILIZACION.

- 1.- Tractores de Orugas.
- 2.- Motoescrepas.
- 3.- Cargadores.
- 4.- Motoconformadoras.
- 5.- Equipos de Perforación (Compresores, Pistolas Perforadoras, Líneas de Conducción de Aire, Trac-Drills, etc.).
- 6.- Equipos para Acarreos (Diferentes tipos y tamaños de -- vehículos).
- 7.- Equipo para el Transporte de Maquinaria Pesada.

II.1 CARACTERISTICAS DE CADA EQUIPO, DE ACUERDO A CADA MODELO Y TAMAÑO (POTENCIA, CAPACIDAD, CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PERIFERICO, SISTEMA DE PROPULSION, ETC.)

1.- Tractores de Oruga (Caterpillar)

- Modelo	D4H	D8L	D9N	D9N	D10N
- Potencia al volante	67KW-90HP	250KW-335HP	212KW-285HP	276KW-370HP	338KW-520HP
- Peso de operación:					
Potencia de cambio	10,000 Kg	37,417 Kg	31,383 Kg	42,438 Kg	55,468 Kg
Transmisión directa	10,115 Kg	---	---	---	---
- Número de cilindros	4	8	6	8	8
- Tipos y anchos de la hoja:					
Recta	2.59 m	4.172 m	---	---	---
Universal	---	4.503 m	4.26 m	4.66 m	5.23 m
Semi-universal	---	---	3.94 m	4.32 m	4.86 m
- Capacidad del tanque:	167 L	753 L	481 L	791 L	1,023 L

2.- Motoescrepas (Caterpillar)

- Modelo	621E.	631E	651E	613C	615	623E
- Potencia al volante	246KW-330HP	336KW-450HP	410KW-550HP	131KW-175HP	186KW-250HP	246KW-330HP
- Peso de operación(vacfa)	30,479 Kg	44,000 Kg	59,420Kg	14,670 Kg	23,400 Kg	33,612 Kg
- Capacidad de escrepa:						
Al ras	10.7 M <sup>3</sup>	16.1 M <sup>3</sup>	24.5 M <sup>3</sup>	---	---	---
Colmada	15.3 M <sup>3</sup>	23.7 M <sup>3</sup>	33.6 M <sup>3</sup>	8.4 M <sup>3</sup>	12.23 M <sup>3</sup>	16.8 M <sup>3</sup>
- Velocidad mínima de subida (cargada)	51 Km/h	48 Km/h	55.0 Km/h	39 Km/h	47 Km/h	48 Km/h
- Ancho de corte	3.02 m	3.50 m	3.83 m	2.35 m	2.89 m	3.5 m
- Máx. profundidad del corte	333 mm	437 mm	440 mm	160 mm	414 mm	330 mm
- Máx. abertura del piso	---	---	---	1.14 m	1.181 m	1.53 m
- Máx. extensión de la prof.	522 mm	480 mm	660 mm	366 mm	399 mm	390 mm
- Capacidad de tanque	545 L	745 L	1083 L	250 L	399 L	530 L

### 3.- Cargadores (de orugas y neumáticos)

#### Cargadores de neumáticos (Caterpillar)

- Modelo	910	916	930	950E	966C	980C
- Potencia al volante	48KW-65HP	63KW-85HP	75KW-100HP	119KW-160HP	127KW-170HP	201KW-270HP
- Número de cilindros	4	4	4	4	6	6
- Capacidad del cucharón	0,8-1.0 M <sup>3</sup>	1.5-1.34 M <sup>3</sup>	1.34-1.72 M <sup>3</sup>	1.72-2.68 M <sup>3</sup>	2.29-3.5 M <sup>3</sup>	4.0-4.4 M <sup>3</sup>
- Tiempo del ciclo hidráulico:	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
Ascenso	6.1	6.3	6.6	6.6	6.2	7.3
Descarga	1.6	1.3	1.4	2.2	1.6	2.0
Descenso por gravedad (vacío)	3.5	3.1	3.6	3.0	3.8	3.4
Total	11.2	10.7	11.6	11.8	11.6	12.7
- Capacidad del tanque	110 L	123 L	148 L	222 L	246 L	400 L
- Capacidad del Sistema hidráulico	52 L	71 L	74 L	153 L	197 L	208 L
- Peso de operación	6,410 Kg	8,530 Kg	9,660 Kg	12,970 Kg	16,830 Kg	26,310 Kg

Cargadores de oruga (Caterpillar)

	9318	935B	943	953	963	973
- Modelo	9318	935B	943	953	963	973
- Potencia al volante	48KW-65HP	56KW-75HP	60KW-80HP	82KW-110HP	112KW-150HP	157KW-210HP
- Peso de operación	7,316 Kg	8,069 Kg	11,586 Kg	13,917 Kg	18,200 Kg	24,653 Kg
- Número de cilindros	4	4	4	4	4	6
- Tiempo del ciclo hidráulico:	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
Ascenso	6.3	6.3	7.2	7.4	7.1	7.2
Descarga	2.2	2.2	1.6	1.5	1.4	1.5
Descenso por gravedad (vacío)	3.5	3.5	2.2	3.0	3.5	3.2
Total	12.0	12.0	11.0	11.9	12.0	11.9
- Capacidad del tanque	114 L	114 L	159 L	192 L	261 L	356 L
- Capacidad del sistema hidráulico	58 L	58 L	58 L	58 L	60 L	60 L
- Capacidad del cucharón	0.8 M <sup>3</sup>	1.0 M <sup>3</sup>	1.15 M <sup>3</sup>	1.5 M <sup>3</sup>	2.0 M <sup>3</sup>	2.8 M <sup>3</sup>

#### 4.- Motoconformadoras (Caterpillar)

- Modelo	120G	130G	140G
- Potencia al volante	93KW-125HP	101KW-135HP	112KW-150HP
- Peso de operación	11,515 Kg	12,365 Kg	13,540 Kg
- Número de cilindros	4	4	6
- Número de velocidades Frente/Rev.	6/6	6/6	6/6
- Vel. mínima de subida	40.9 Km/h	39.4 Km/h	41.0 Km/h
- Vel. mínima de subida (rev.)	40.9 Km/h	39.4 KM6h	41.0 Km/h
- Capacidad del tanque	227 L	284 L	284 L

5.- Equipos de perforación (compresores, pistolas perforadoras, líneas de conducción de aire, Trac-Drills, etc.)

(Marca Ingersoll Rand)

+ Modelo

- Línea SP, SSR, SHP  
compresores de aire, tipo rotativo de tornillo, lubricados, enfriados por aire o agua tipo paquete.
- Línea P compresores portátiles de tipo tornillo  
Modelos DXL
- Línea DHP y DXP  
compresores portátiles tipo silencioso
- Línea ESH y ESV  
compresores de aire, tipo reciprocantes, lubricados y no lubricados (NL), para servicio continuo y pesado, diseños horizontales y verticales, enfriados por agua, una etapa de compresión y doble efecto.
- Línea XLE  
compresores de aire, tipo reciprocantes, lubricados y libres de aceite (NL) para trabajo continuo y pesado, enfriados por agua, dos etapas de compresión y doble efecto
- Línea XL  
compresores portátiles
- Perforadoras Manuales  
con peso de 58 lb
- Perforadoras de roca montables sobre orugas (crawlairs R) para trabajo pesado, brazos - super-reforzados, unidad perforadora sin válvulas.
- Rompedoras  
mayor productividad y más fácil manejo.

Especificaciones (capacidades)

De 12 a 200 HP  
desde 48 PCM hasta 3000 PCM  
y presión de descarga de  
100 lb/pulg<sup>2</sup> a 125 lb/pulg<sup>2</sup> (PSIG)

De 600 a 750 PCM. 600 PCM y presión  
de descarga de 125 lb/pulg<sup>2</sup> (17 m<sup>3</sup>/min  
a 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>)

De 100 PCM a 1050 PCM y presión de -  
descarga de 100 PSIG a 350 PSIG

De 40 a 100 HP  
desde 115PCM a 617 PCM y  
presiones de descarga de 100 lb/pulg<sup>2</sup> a  
125 lb/pulg<sup>2</sup>.

De 150 a 600 HP  
desde 500 PCM a 3040 PCM y  
presiones de descarga desde  
25 lb/pulg<sup>2</sup> hasta 250 lb/pulg<sup>2</sup>.

Capacidad 213 HP  
de 185 PCM a 750 PCM

Barrenos de 2" de diámetro y profundidades  
de 18 ft (5.5m) barreno en seco o en húmedo

Barrenos de 1 - 3/4" a 5-1/2" de diámetro  
Radios de cobertura hasta de 6.6 m

Peso de 40 a 84 lb y consumo de aire  
de 42 a 62 PCM a 90 PSIG.

## 6.- CAMIONES PARA CARRETERA (VOLTEOS)

ESPECIFICACIONES

	(Internacional)	(FORD)
- Modelo	FAMSA S-1834	F600
- Poder al volante	136 HP	120 HP
- Peso de operación Cabina y Chasis - (vacío)	13,000 Kg	12,000 Kg
- No. de Velocidades	5	5
- Capacidad en m <sup>3</sup>	7	6
- No. de Cilindros	6	6
- Capacidad de combus- tible tanque lleno	200 L	200 L
- Tipo de Motor	Diesel	Gasolina

## 7.- Equipo para el Transporte de Maquinaria Pesada.

El transporte de maquinaria pesada, generalmente lo realizan compañías especializadas. Solo las compañías muy grandes poseen sus propios equipos de transporte.

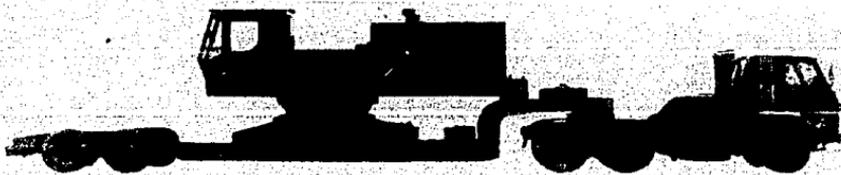
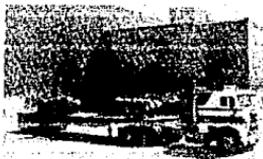
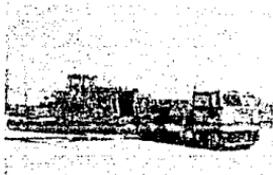
Este equipo consiste en un trailer con cama-baja (Low -- Bed Trailer ó Low Boys). El trailer es simplemente un tracto camión que posee una capacidad de arrastre de 35 a 50 Ton.

La cama-baja consiste en una plataforma construida de -- acero, cuya característica principal es que las llantas (10 - aproximadamente) van apoyadas sobre un eje, que a su vez va - sobre el chasis o plataforma, la cuál va muy cerca del suelo. Sus dimensiones aproximadas son: de 12 a 13 metros de largo - por 2.40 a 2.50 m de ancho.

Hoy en día el transporte de maquinaria es sumamente fá - cil porque el diseño de la máquina básica permite la instala - ción ó montaje rápido de los componentes (transportándolos en trailer con cama-baja). También se puede utilizar el ferrocarril en donde la máquina puede embarcarse casi completa (sólo con sacar la hoja en el caso de los tractores).

Donde lo permitan las leyes que regulan las cargas de -- los ejes de camiones; la máquina puede mandarse lista para -- funcionar, con solo sacar los aditamentos de trabajo. En lugares donde las leyes relativas al peso y tamaño de embarque son más estrictos, las máquinas pueden desmontarse parcial o totalmente para el transporte legal.





## II.2 CUAL ES LA UTILIZACION DE APLICACION DEL EQUIPO, EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE UN CAMINO.

El ingeniero suele tener varias alternativas de selección de equipo, entre las que deberá decidir o escoger la combinación más favorable de acuerdo a sus intereses económicos, es decir, la que lo lleve a satisfacer al mínimo costo los requisitos de calidad, impuestos por el proyecto.

En general podemos decir que las etapas u operaciones para la realización de un camino rural son las siguientes:

- Desmante.
- Despalme.
- Excavaciones en corte y bajo la subrasante.
- Excavaciones de préstamos laterales.
- Formación de los terraplenes.
- Extracción de los materiales aprovechables, para tendido, conformación y afinamiento.
- Acarreos de los materiales seleccionados, etc.
- Operación de tendido, conformación y afinamiento.

Por lo tanto, la utilización de aplicación del equipo, en la realización de cada una de estas etapas es la siguiente:

- Desmante.

Incluye:

- Rasa.
- Desyerbe.
- Tala de árboles (leñadores. Equipo de carga).
- Extracción de tacones (tractores con hoja topadora).
- Selección del producto vegetal del desmante; disponer del producto útil y quema de los desperdicios vegetales, etc.

Se utiliza principalmente tractor con bulldozer y de reja o rastrillo para rafces. El bulldozer puede derribar árboles y desarraigar restos de troncos. El rastrillo para rafces las apila para incinerarlas y produce una pila más limpia.

- Despalme (entre la línea de ceros).

El equipo de aplicación por utilizar para esta operación es generalmente, el tractor con bulldozer, el cual está limitado por la distancia de empuje o acarreo, pero es útil en terrenos pantanosos o inundados. Las escrepas que también están limitadas por el tipo de terreno y la capacidad de soporte del suelo, pueden ser del tipo arrastrado por tractor para distancias cortas. Las palas mecánicas limitadas -- por la profundidad de despalme, su capacidad para trabajar -- con vehiculos para transporte y el espacio para maniobrar el cucharón, se utilizan en terrenos pantanosos o inundados que impiden el uso de otro equipo.

- Excavaciones.

Por lo general se utilizan para esta operación, las retroexcavadoras, palas mecánicas (excavaciones profundas) y tractores con bulldozer (excavaciones poco-profundas).

Las retroexcavadoras pueden mover cualquier tipo de roca en pedazos y excavarla con facilidad, están limitadas a excavar una cara o frente y se utilizan para altas producciones, en la carga de vehiculos para acarreos. Los tractores con desgarrador (ripper) están limitados a movimientos cortos y roca fácil de excavar, en ocasiones, se utilizan para mover rocas o piedras grandes (cuando no resulta económico barrenarlas y volarlas). Los cargadores frontales se utilizan en lugar de las retroexcavadoras, por su alta producción, menor costo de operación y facilidad de traslado de un lugar a otro.

Las retroexcavadoras se utilizan para excavar grandes zanjas y tienen una alta producción en terrenos abruptos, deben excavar debajo de sus carriles (orugas).

- Formación de los terraplenes.

Cuando la formación del terraplen es con base en préstamo lateral (corte y relleno), podemos usar tractor con bulldozer o anglozozer y cargador frontal o lateral si las distancias -- son cortas.

Si el terraplen se forma con material de bancos lejanos -- se utilizarán cargadores frontales o laterales para el llenado del equipo de acarreo (camiones de volteo) y motoconformadoras para el tendido y conformación del material.

Otra forma de construir terraplenes es usando escrepas -- autopropulsadas (motoscrepas) útiles para trabajos en acarreos medios, para el corte y tendido de terraplenes, en terrenos -- blandos y fangosos, en sub-bases de carreteras, el tendido del material se hace en capas de acuerdo a especificaciones establecidas.

- Extracción de los materiales aprovechables.

Esta operación por lo general se realiza utilizando cargadores frontales (traxcavo), que extraen el material del banco y llenan el equipo de acarreo (Volteos).

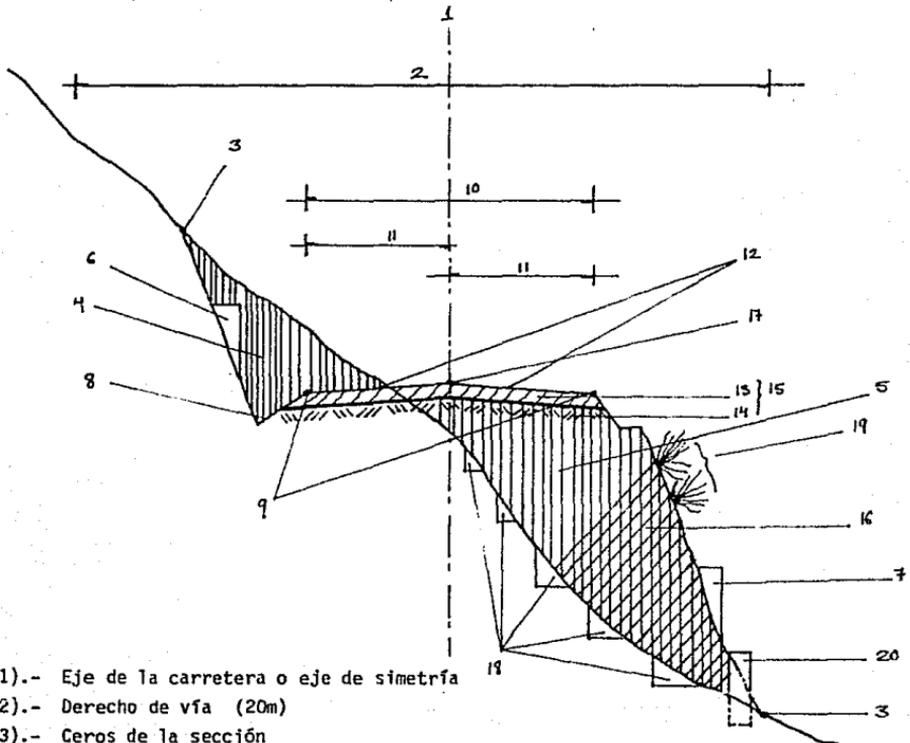
- Acarreo de materiales seleccionados.

Estos se realizan generalmente por medio de volteos, volquetes, vagonetas y dumpers.

- Tendido, Conformación y afinamiento.

Se realiza por medio de los volteos que tienden el material, después se utilizan las motoconformadoras para el mismo tendido, conformación y afinamiento del terraplen.

- Sección transversal tipo balcón (para un camino rural).



- 1).- Eje de la carretera o eje de simetría
- 2).- Derecho de vía (20m)
- 3).- Ceros de la sección
- 4).- Área de corte
- 5).- Área de terraplén
- 6).- Talud de corte
- 7).- Talud de terraplén
- 8).- Cunetas (solo en corte)
- 9).- Hombros
- 10).- Ancho de la superficie de rodamiento (6m)
- 11).- Carriles de circulación

- 12).- Bombeo
- 13).- Capa subrasante
- 14).- Terreno natural
- 15).- Terracerfa
- 16).- Cuña de sobreebanco (lo que patea el terrapien)
- 17).- Eje de la subrasante
- 18).- Escalones de liga
- 19).- Protección de taludes
- 20).- Muro de contención

C A P I T U L O   I I I

V O L U M E N E S   D E   O B R A   Y   C L A S I F I C A C I O N   D E L   M A T E R I A L

### III.- VOLUMENES DE OBRA Y CLASIFICACION DEL MATERIAL.

- De acuerdo a conceptos y cantidades de obra dados para una obra en particular, reconocer los conceptos más importantes por ser atacados con la maquinaria disponible, considerando los volúmenes por manejar y su clasificación.

Para el ejemplo que vamos a manejar las cantidades de obra son las siguientes:

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD DE OBRA</u>
- Desmote para densidad cien por ciento (100%) tipo monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales.....	14.6 HA
- Excavaciones en corte y adicionales abajo de la -- subrasante	
1) En material "A" (30%).....	51,533 m <sup>3</sup>
2) En material "B" (60%).....	103,066 m <sup>3</sup>
3) En material "C" (10%).....	17,178 m <sup>3</sup>

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD DE OBRA</u>
- Excavaciones de préstamos laterales dentro de la - faja de veinte (20) metros de ancho en material "B"...	29,710 m <sup>3</sup>
- Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreecho, construidos con material no - compactable.....	152,222 m <sup>3</sup>
- Extracción de los materiales aprovechables y de -- los desperdicios para materiales aprovechables, -- tendidos, conformados y afinados, utilizando equi- po mecánico en material "B".....	17,520 m <sup>3</sup>
- Operación de tendido, conformación y afinamiento - para dar el acabado superficial a máquina.....	43,800 m <sup>2</sup>
- Acarreos de los materiales seleccionados, medido en el camellón, en los almacenamientos o en los vehículos de transporte.	
1) Primer kilómetro .....	17,520 m <sup>3</sup> - Km.
2) Kilómetros Subsecuentes .....	43,800 m <sup>3</sup> - Km. Subs.

El equipo disponible es el siguiente:

- 2 Tractores sobre orugas Caterpillar D8N de 285 HP, con ripper de un zanco.
- 1 Traxcavo sobre orugas Caterpillar 963 de 150 HP.
- 1 Motoconformadora Caterpillar 120 G de 125 HP.
- 7 Camiones de Volteo International Modelo FAMSA S-1834 de 6 cilindros, de 135 HP con caja de 7 m<sup>3</sup>, con motor diesel.

El tiempo de ejecución es de: 4 meses naturales.

C A P I T U L O   I V

NECESIDADES DE HORAS MAQUINA, PARA LA EJECUCION  
DEL TRABAJO CON EL EQUIPO DISPONIBLE

#### IV. NECESIDADES DE HORAS MAQUINA, PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO CON EL EQUIPO DISPONIBLE.

De acuerdo a la información manejada en el capítulo anterior y con el equipo disponible, se obtiene el tiempo de uso de las máquinas y se calendariza su utilización, de acuerdo a las condiciones y programa de obra.

Concepto: Desmote para densidad 100% de vegetación tipo monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales. Cantidad de obra 14.6 Ha.

Para obtener la producción de un tractor en labores de desmote se usará el manual de rendimientos Caterpillar.

La producción en obras de desmote se indica en Hectáreas/Hr.

$$\text{Ha/hr} = \frac{\text{Ancho de corte (m)} \times \text{Velocidad (Km/hr)}}{10}$$

Esta fórmula se basa en un 100% de eficiencia. Se utiliza para estimar la producción en trabajos con desgarrador, arado, guadañadora, rastra de discos, arado para raíces, rodillos cortadores, desmote con cadena de ancla o en cualquier otra operación en que la velocidad sea relativamente constante.

La sociedad de Ingenieros Agrónomos de los E.E.U.U., tiene - una fórmula para calcular la producción por hora de una operación a velocidad constante. Se basa en el 82.5% de eficiencia.

$$\text{Ha/hr} = 0.825 \left( \frac{\text{Ancho de corte (m)} \times \text{Velocidad (Km/hr)}}{10} \right)$$

De acuerdo a lo anterior, se usará un tractor D8N Caterpillar para el desmote de tierra, con hoja tipo "8SU" (Recta).

- Ancho total de la hoja (incluso puntas de extremos) = 3.94m
- Velocidad del tractor = 4.8Km/hr. obtenida de la gráfica de velocidad vs. tracción en la barra de tiro (sección de tablas).

Por lo tanto:

$$\text{Ha/Hr} = 0.825 \times \frac{3.94 \times 4.8}{10} = 1.56 \text{ Ha/Hr.}$$

De esta manera se requiere de:

$$\frac{14.6 \text{ Ha}}{1.56 \text{ Ha/hr.}} = 9.4 \text{ horas máquina, para el desmote.}$$

**Concepto:** Excavaciones en corte y adicionales abajo de la subrasante.

1) En Material "A" (30%) . . . . .	51,533 m <sup>3</sup>
2) En Material "B" (60%) . . . . .	103,066 m <sup>3</sup>
3) En Material "C" (10%) . . . . .	17,178 m <sup>3</sup>

TIPOS DE MATERIAS DISGREGACION	CARACTERISTICAS	TAMANO MAX DE PARTICULAS O PIEDRAS SUELTAS	MATERIALES MAS COMUNES	EQUIPO UTILIZADO PARA LA EXTRACTACION.
A (I) Pala	Blando o - suelto, <u>sue</u> los poco <u>ce</u> mentados	Partículas < 7.6 cm	Suelos agrícolas, Limos Arenas y Arcillas	Tractor con hoja recta, -- Traxcavo, Moto escrepa, etc.
B (II) Pico y Pala	Suelos medianamente <u>ce</u> mentados y - duros.	7.6 < piedra 75 < cm	Rocas muy - alteradas, - areniscas - blandas te- petates.	Tractor con des- garrador o --- ripper.
C (III) Pico y Pala, explosivos.	Suelos fuerte- mente <u>ce</u> mentados y muy du- ros.	Piedras > 75 cm	Rocas cali- zas, basál- ticas, rio- litas, gra- nitos.	Tractor con -- ripper, pisto- las, perforado- ras. trac- -- drills, explosi- vos.

Primeramente para la realización de las excavaciones en - -  
corte y adicionales (de acuerdo a la tabla y capítulo anterior)  
se seguirán los siguientes pasos:

. Para el material tipo "A" (Suelos poco cementados) se uti  
lizará un tractor sobre orugas (Caterpillar D8N de 285 HP con --  
hoja recta 8SU).

. Para el material tipo "B" (suelos medianamente cementados)  
se utilizará primero un tractor con desgarrador o ripper (Cater-  
pillar D8H de 285 HP) y después el material desgarrado se exca  
rá con el mismo tractor pero con hoja recta.

. Para el material tipo "C" (suelos fuertemente cementados)  
se utilizará un tractor con ripper para desgarrar y fracturar --  
el material y después el mismo tractor pero con hoja recta, exca  
vará y empujará el material fracturado.

Concepto: Excavaciones en Corte y Adicionales abajo de la subra-  
sante en material "A" (30%) - 51,533 m<sup>3</sup>.

Para obtener la producción de un tractor con hoja recta se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

Para hallar la producción de una hoja mediante las gráficas de producción estimada y los factores de corrección aplicables, la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\text{Producción (M}^3 \text{ sueltos/hr)} = \text{Producción máxima} \times \text{Factores de corrección}$$

Con las gráficas de producción de las hojas empujadoras - recta y universal, se halla el rendimiento máximo no corregido. (sección de tablas).

Se basa en las siguientes condiciones:

- 1) 100% de eficiencia (60 min/hora)
- 2) Tiempos fijos de 0.05 min en máquinas con transmisión P.S.
- 3) La máquina excava 15 m. (50 pies) y luego empuja la carga para arrojarla a un borde.
- 4) Densidad del suelo: 1370 Kg/m<sup>3</sup> sueltos.
- 5) Coeficiente de tracción:
  - a. Máquinas de cadenas: 0.5 o más
  - b. Máquinas de ruedas: 0.4 ó más
- 6) Se utilizan hojas de control hidráulico.

Para hallar la producción en m<sup>3</sup> en banco, se aplica el factor volumétrico apropiado (Sección de Tablas) a la producción - corregida, como se calcula en la fórmula superior.

$$\text{Producción (m}^3 \text{ b/hr)} = (\text{m}^3 \text{ s/hr)} \times \text{factor volumétrico}$$

Por lo tanto la producción por hora de un tractor D8N.

con hoja recta 8SU y cilindro de inclinación que excava y mueve material tipo "A" una distancia de 20 m, con pendiente favorable del 5%, peso volumétrico del material de  $1600 \text{ kg/m}^3$  suelto y  $2020 \text{ Kg/m}^3$  en banco, el factor volumétrico es 0.79, un operador mediano y eficiencia horaria de 45 min/hr; así la producción es la siguiente:

De la gráfica de producción estimada con hoja recta en el DBN (Sección de Tablas) se obtienen:  $800 \text{ m}^3$  sueltos/hr.

#### Factores de Corrección Aplicables

Material tipo "A" (Sección de Tablas)	_____	1.20
Corrección de la pendiente (Sección de Tablas)	_____	1.10
Operador Mediano (Sección de Tablas)	_____	0.75
Eficiencia del Trabajo (Sección de Tablas)	_____	0.76
Corrección de la Densidad (1600/2020)	_____	0.79

#### Producción Real

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= \text{Producción estimada} \times \text{Factores de corrección} \\ &= (800 \text{ m}^3/\text{hr})(1.20)(1.10)(0.75)(0.76) \\ &= 601.92 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr.} \end{aligned}$$

Para hallar la producción en  $\text{m}^3$  en banco, se obtiene de la sección de tablas el factor volumétrico de conversión apropiado que en este caso es de 0.79 y se aplica a la producción.

$$\therefore 601.92 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0.79 = 475.52 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}$$

Si la cantidad de obra =  $51,533 \text{ m}^3$  en banco

$$\text{Se requerirán de } \frac{51,533 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{475.52 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr}} = \underline{108.37 \text{ hr máquina.}}$$

Concepto: Excavaciones en corte y adicionales abajo de la Subrasante en material "B" (60%) - 103,066 m<sup>3</sup>.

Para la obtención de la producción de un tractor con ri - pper se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

El método consiste en medir el tiempo en que el desgarrador avanza cierta distancia. El tiempo medio de un ciclo se halla mediante los tiempos de varios ciclos, incluyendo el de los virajes y retrocesos. Se mide, además la distancia media, el espaciamiento y la penetración del desgarrador. Con estos datos, se halla el volumen por ciclo que es la base para calcular la producción en m<sup>3</sup> en banco. Se sabe por experiencia que los resultados de este método son del 10 al 20% más alto que los obtenidos en la realidad o campo; por lo que el resultado obtenido se dividirá entre 1.2.

Se usará un tractor D8N con desgarrador No. 8 de un diente, los espacios entre pasadas serán de 1 m., la velocidad media es de 1.6 Km/hr (con inclusión de resbalamientos y paradas). Se considerarán 20 m como una pasada, se invierten 0.25 de minuto para levantar el diente, hacerlo girar y bajarlo, después de hacer dar vuelta al tractor.

Penetración del desgarrador: 0.565 m.

El tractor desgarrar en toda la jornada (No trabaja con la hoja parte del tiempo).

Tiempo por pasada: 1.6 Km/hr = 26.7 m/min.

$$\begin{aligned} \text{Entonces } \frac{20 \text{ m}}{26.7 \text{ m/min}} &= 0.75 \text{ min} + 0.25 \text{ (tiempo de viraje)} \\ &= 1.00 \text{ min.} \end{aligned}$$

Si el trabajo medio del operador es de 45 min por hora, es posible hacer  $\frac{45 \text{ min}}{1.00 \text{ min}} = 45$  pasadas por hora.

Volumen desgarrado:  $20 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.565 \text{ m} = 11.3 \text{ m}^3/\text{pasada}$

Producción =  $11.3 \text{ m}^3/\text{pasada} \times 45 \text{ pasadas/hr.}$   
 =  $508.5 \text{ m}^3$  en banco/hr.

Con el método suele ser del 10 al 20% más alto de lo obtenido en campo.

$$\therefore \frac{508.5 \text{ m}^3/\text{hr}}{1.2} = 423.75 \text{ m}^3 \text{ b/hr}$$

Si la cantidad de obra =  $103,066 \text{ m}^3$  en banco

$$\text{Se requerirán de } = \frac{103,066 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{423.75 \text{ m}^3 \text{ en b/hr}} = \frac{243.2 \text{ hr.}}{\text{maquina}}$$

- ahora se calculará el rendimiento para la excavación y - acarreo del material desgarrado.

Para obtener la producción de un tractor con hoja recta se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

$$\text{Producción (m}^3 \text{ sueltos/hr)} = \text{Producción máxima} \times \text{Factores de corrección}$$

Se usará un tractor D8N con hoja recta 85U y cilindro de - inclinación que excava y mueve material tipo "B" una distancia de 20 m, con pendiente favorable del 5%, el peso volumétrico -- del material en banco (antes de ser desgarrado) es de  $2520 \text{ Kg/m}^3$ , y suelto (ya desgarrado) de  $1510 \text{ Kg/m}^3$ , el factor volumétrico es 0.60, se tiene un operador mediano y una eficiencia horaria de 45 min/hr; por lo tanto la producción es la siguiente:

De la gráfica de producción estimada con hoja recta en el

DBN (Sección de Tablas) se obtienen:  $800 \text{ m}^3$  sueltos/hr.

Factores de Corrección Aplicables

Material tipo "B" (Sección de Tablas) _____	1.20
Corrección de la pendiente (Sección de Tablas) —	1.10
Operador Mediano (Sección de Tablas) _____	0.75
Eficiencia del trabajo (Sección de Tablas) _____	0.76
Corrección de la densidad (1510/2520) _____	0.60

Producción Real

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= \text{Producción estimada} \times \text{Factores de Corrección} \\ &= (800 \text{ m}^3/\text{hr})(1.20)(1.10)(0.75)(0.76) \\ &= 601.92 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr} \end{aligned}$$

Como primeramente el material se desgarró, la cantidad de obra  $103,066 \text{ m}^3$  en banco fue abundada, lo que significa -- que es necesario aplicar a la cantidad en banco el factor volumétrico para transformarla a  $\text{m}^3$  sueltos.

$$\frac{103,066 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{0.60} = 171,777 \text{ m}^3 \text{ sueltos.}$$

$$\text{Por lo tanto se requeriran de } \frac{171,777 \text{ m}^3 \text{ sueltos}}{601.92 \text{ m}^3 \text{ s/hr}} =$$

$$\underline{285.38 \text{ hr máquina}}$$

Concepto: Excavaciones en corte y adicionales abajo de la subrasante en material "C" (10%) - 17,178 m<sup>3</sup>.

Para la obtención de la producción de un tractor con ripper se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

Se usará un tractor D8H con desgarrador No. 8 de un diente, los espacios entre pasadas serán de 0.5 m, la velocidad media es de 1.6 Km/hr (con inclusión de resbalamiento y paradas). Se considerarán 20 m como una pasada, se invierten 0.25 de min en levantar el diente, hacerlo girar y bajarlo, después de hacer dar vuelta al tractor.

Penetración del Desgarrador : 0.25 m

El tractor desgarrador en toda la jornada (no trabaja con la hoja parte del tiempo)

Tiempo por pasada: 1.6 Km/hr = 26.7 m/min

$$\text{entonces } \frac{20 \text{ m}}{26.7 \text{ m/min}} = 0.75 + 0.25 \text{ (tiempo de viraje)}$$

$$= 1 \text{ min.}$$

Si el trabajo medio del operador es de 45 min/hr, es posible hacer  $\frac{45 \text{ min}}{1 \text{ min}} = 45$  pasadas por hora.

Volúmen desgarrado: 20 m X 0.5 m X 0.25 m = 2.5 m<sup>3</sup> en

banco por pasada

$$\text{Producción} = 2.5 \text{ m}^3 \text{ en banco/pasada} \times 45 \text{ pasada/hr}$$

$$= 112.5 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}$$

Como el método suele ser del 10 al 20% más alto de lo obtenido en campo.

$$\frac{112.5 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr}}{1.2} = 93.75 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}$$

Si la cantidad de obra es igual a 17,178 m<sup>3</sup> en banco se

se requeriran de  $\frac{17,178 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{93.75 \text{ m}^3 \text{ en b/hr}} = \underline{183.23 \text{ hr máquina}}$

- ahora se calculará el rendimiento para la excavación y acarreo del material desgarrado.

Para obtener la producción de un tractor con hoja recta se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

Producción ( $\text{m}^3$  sueltos/hr) = Producción máxima X Factores de corrección

Se usará un tractor D8N con hoja recta 85U y cilindro de inclinación que excava y mueve material tipo "C" una distancia de 20 m, con pendiente favorable del 5%, el peso volumétrico del material en banco (antes de ser desgarrado) es de 2610 Kg/ $\text{m}^3$  y suelto (ya desgarrado) 1540 Kg/ $\text{m}^3$ , el factor volumétrico es de 0.59 se tiene un operador mediano y una eficiencia horaria de 45 min/hr; por lo tanto la producción es la siguiente:

De la gráfica de producción estimada, con hoja recta en el D8N (Sección de tablas) se obtienen 800  $\text{m}^3$  sueltos/hr.

#### Factores de corrección aplicables

Material tipo "C" (Sección de tablas)	_____	0.8
Corrección de la pendiente (Sección de tablas)	_____	1.10
Operador mediano (Sección de tablas)	_____	0.75
Eficiencia del trabajo (Sección de tablas)	_____	0.76
Corrección de la Densidad(1540/2610)	_____	0.59

#### Producción Real

Producción = Producción estimada X factores de corrección  
 = (800  $\text{m}^3$  sueltos/hr) (0.8)(1.10)(0.75)(0.76)  
 = 401.28  $\text{m}^3$  sueltos/hr.

Como primeramente el material fue desgarrado, la cantidad de obra,  $17,178 \text{ m}^3$  en banco, fue abundada, lo que significa que es necesario aplicar a la cantidad en banco, el factor volumétrico para transformarla a  $\text{m}^3$  sueltos.

$$\frac{17,178 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{0.59} = 29,115.25 \text{ m}^3 \text{ sueltos}$$

$$\therefore \text{Se requerirán de } \frac{29,115.25 \text{ m}^3 \text{ sueltos}}{401.28 \text{ m}^3 \text{ s/hr.}} = \underline{\underline{72.6 \text{ hr máquina.}}}$$

Concepto: Excavaciones de préstamos laterales dentro de la faja de veinte (20) metros de ancho en material "B"

Para la obtención de la producción de un tractor con ripper se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

Se utilizará un tractor D8N con desgarrador No. 8 de un diente, los espacios entre pasadas serán de 1 m, la velocidad media es de 1.6 Km/hr (con inclusión de resbalamientos y paradas). Se considerarán 15 m como una pasada, se invierten 0.25 de minuto para levantar el diente, hacerlo girar y bajarlo, -- después de hacer dar vuelta al tractor.

Penetración del desgarrador: 0.565 m

El tractor desgarrar en toda la jornada (No trabaja con la hoja parte del tiempo).

Tiempo por pasada: 1.6 Km/hr = 26.7 m/min.

$$\text{Entonces } \frac{15 \text{ m}}{26.7 \text{ m/min.}} = 0.56 \text{ min} + 0.25 \text{ (tiempo de viraje)}$$

$$= 0.81 \text{ min.}$$

Si el trabajo medio del operador es de 45 min. por hora, - es posible hacer  $\frac{45 \text{ min}}{0.81 \text{ min}} = 55.6$  pasadas por hora.

Volumen desgarrado: 15 m X 1 m X 0.565 m = 8.48 m<sup>3</sup> b/pasada

$$\text{Producción} = 8.48 \text{ m}^3/\text{pasada} \times 55.6 \text{ pasadas/hr.}$$

$$= 471.5 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}$$

Como el método suele ser del 10 al 20% más alto de lo obtenido en campo.

$$\frac{471.5 \text{ m}^3 \text{ b/hr}}{1.2} = 392.92 \text{ m}^3 \text{ b/hr}$$

Si la cantidad de obra =  $29,710 \text{ m}^3$  en banco se requerirán  
 de  $\frac{29,710 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{392.92 \text{ m}^3 \text{ en b/hr}} = 75.61 \text{ hr máquina}$

- ahora se calculará el rendimiento para la excavación y acarreo del material desgarrado.

Para obtener la producción de un tractor con hoja recta - se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

$$\text{Producción (m}^3 \text{ sueltos/hr)} = \frac{\text{Producción máxima}}{\text{Factores de corrección}}$$

Se utilizará un tractor D8N con hoja recta 8SU y cilindro de inclinación que excava y mueve material tipo "B" una distancia, de 15 m, con pendiente favorable del 5%, el peso volumétrico del material en banco (antes de ser desgarrado) es de ---  $2520 \text{ Kg/m}^3$  y suelto (ya desgarrado) de  $1510 \text{ Kg/m}^3$ , el factor -- volumétrico es 0.60, se tiene un operador mediano y una eficiencia horaria de 45 min/hr; por lo tanto la producción es la siguiente:

De la gráfica de producción estimada con hoja recta en el D8N (Sección de Tablas) se obtienen:  $900 \text{ m}^3 \text{ s/hr}$ .

#### Factores de Corrección Aplicables

Material "B" (Sección de Tablas) _____	1.20
Corrección de la pendiente (Sección de Tablas) —	1.10
Operador Mediano (Sección de Tablas) _____	0.75
Eficiencia del Trabajo (Sección de Tablas) _____	0.76
Corrección de la densidad (1510/2520) _____	0.60

#### Producción Real

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= \text{Producción estimada} \times \text{Factores de Corrección} \\ &= (900 \text{ m}^3 \text{ s/hr})(1.20)(1.10)(0.75)(0.76) \\ &= 677.16 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr.} \end{aligned}$$

Como primeramente el material se desgarró, la cantidad - de obra  $29,710 \text{ m}^3$  en banco fue abundada, lo que significa que es necesario aplicar a la cantidad en banco el factor volumétrico para transformarla a  $\text{m}^3$  sueltos.

$$\frac{29,710 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{0.60} = 49,516.7 \text{ m}^3 \text{ sueltos.}$$

$$\text{Por lo tanto se requieren de } \frac{49,516.7 \text{ m}^3 \text{ sueltos}}{677.16 \text{ m}^3 \text{ sueltos/hr}} =$$

73.12 hr máquina

Concepto: Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebancho, construidos con material no compactable.

Para obtener la producción de un tractor con hoja recta - se usará el manual de rendimientos de equipo Caterpillar.

$$\text{Producción (m}^3 \text{ sueltos/hr)} = \frac{\text{Producción máxima}}{\text{Factores de corrección}}$$

Se usará un tractor D8N con hoja recta 8SU y cilindro de inclinación que excava y mueve material no compactable tipo -- "B-C" (75% - 25%), una distancia media de 15 m, para la forma -- ción del terraplen y sus cuñas de sobreebancho. Se estima que la densidad del material suelto es de 1960 kg/m<sup>3</sup> y en banco de 2790 Kg/m<sup>3</sup>; el operador es mediano, la eficiencia del trabajo es de - 45 min/hr, y una pendiente favorable del 5%.

La producción máxima no corregida, según la gráfica de -- producción estimada con hoja recta en el D8N (Sección de Tablas) es la siguiente: 900 m<sup>3</sup> sueltos/hr.

#### Factores de Corrección Aplicables

Material tipo "B-C" (Sección de Tablas)	_____ 1.2
Corrección de la pendiente (Sección de Tablas)	_____ 1.1
Operador Mediano (Sección de Tablas)	_____ 0.75
Eficiencia del Trabajo (Sección de Tablas)	_____ 0.76
Corrección de la densidad (1960/2790)	_____ 0.70

$$\begin{aligned} \text{Producción} &= \text{Producción estimada} \times \text{Factores de Corrección} \\ &= (900 \text{ m}^3 \text{ s/hr}) (1.20)(1.10)(0.75)(0.76) \\ &= 677.16 \text{ m}^5 \text{ sueltos/hr.} \end{aligned}$$

Para hallar la producción en m<sup>3</sup> en banco, se obtiene el - factor volumétrico de conversión apropiado (sección de tablas); en este caso es de 0.70 y se aplica a la producción.

$$\therefore 677.16 \text{ m}^3 \text{ s/hr} \times 0.70 = 474 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}$$

∴ la cantidad de obra = 152,222 m<sup>3</sup> en banco.

Por lo que se requiere de:

$$\frac{152,222 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{474 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr.}} = \underline{321.14 \text{ hr máquina.}}$$

Concepto: Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios para materiales aprovechables (tendidos, conformados y afinados), utilizando equipo mecánico en material "B"

Para obtener la producción de una cargador frontal de oru gas, se usará el manual de rendimientos de Equipo Caterpillar.

Cuando se trata de material en banco, como ocurre en ex - tracciones, la producción se mide en  $m^3$  en banco. Para convertir a  $m^3$  en banco el material suelto excavado contenido en el cucharón, se aplica el factor volumétrico respectivo de tablas y además, el factor de llenado del cucharón para compensar las propiedades típicas de carga y traslado del material. La fórmula para calcular la cantidad en banco que acarrea el cucharón es la siguiente:

$$\text{Capacidad indicada del cucharón} * \text{factor volumétrico} * \text{factor de llenado} = \text{Carga del cucharón en } m^3 \text{ en banco}$$

Se usará un traxcavo Caterpillar 963 con cucharón de empleo general de  $1.69 m^3$  al ras y/o  $1.96 m^3$  colmada; que carga material tipo "B" en camiones para carretera (volteos) de  $7 m^3$  s de capacidad.

Factor de Acarreo del cucharón (Sección de Tablas)

Material tipo "B" ——— 85% al 95%

Factor Volumétrico (Sección de Tablas)

Material tipo "B" ——— Suelto  $\frac{\text{Banco}}{1510 \text{ Kg}/m^3}$   $\frac{\text{Banco}}{2520 \text{ Kg}/m^3}$  Fac. Vol. 0.60

$$1.80 \times 0.90 \times 0.60 = 0.972 m^3 \text{ en banco.}$$

### Estimación del Tiempo del ciclo.

Para hallar el número de cargas por hora de un cargador - de cadenas, hay que determinar el tiempo del ciclo, que es el total de los siguientes tiempos parciales.

Tiempo de carga + Tiempo de Maniobras + Tiempo de Viaje +  
Tiempo en descarga.

- Tiempo de Carga: minutos  
Material tipo "B" \_\_\_\_\_ 0.10 a 0.20

- Tiempo en Maniobras:

Incluye el de recorrido básico, los 4 cambios de sentido de marcha y los virajes. Es de unos 0.22 min a plena marcha si el operador es competente.

- Tiempo de Viaje:

En operación de carga y acarreo consta del tiempo de acarreo y el de retorno. Se puede obtener de las tablas de viaje - (Sección de Tablas).

- Tiempo de descarga:

Depende del tamaño y resistencia del vehículo o tolva en que se vacía, y varía de 0.00 a 0.10 min. Los tiempo típicos de descarga en camiones para carretera (volteos) son de 0.04 a 0.07 min.

Carga: Material tipo "B"	_____	0.20
Tiempo en maniobras:	_____	0.30
Recorrido: (No lo hay)	_____	
Descarga:	_____	0.07

Ciclo Total = 0.57 min

o bien 79 ciclos en 45 minutos de trabajo/hora

ahora:

- Estimación de la Producción

Datos necesarios sobre la máquina y el trabajo.

- . Modelo de la máquina y tamaño del cucharón
- . Tipo de material, tamaño de las partículas, densidad y factor volumétrico (Sección de Tablas)
- . Factor de llenado del cucharón
- . Distancia de Acarreo
- . Condiciones del suelo
- . Altitud
- . Tamaño, Altura y tipo de la tolva o acarreador.

Condiciones.

Máquina	_____	963
Tamaño del cucharón	_____	1.80 m <sup>3</sup> s
Material tipo "B":		
Factor de acarreo del material	_____	0.90
Longitud de acarreo	_____	No la hay
Punto de descarga	_____	Camión para ca rretera (volteo)
<b>Tiempos parciales y total</b>		<b>Minutos</b>
Tiempo de carga	_____	0.20
Tiempo de maniobras	_____	0.30
Tiempo de viaje	_____	
Tiempo de descarga	_____	0.07
		<hr/> 0.57 min.

Carga por hora

$$\frac{45 \text{ min/hr}}{0.57 \text{ min/ciclo}} = 79 \text{ ciclos/hr.}$$

Carga por ciclo:

$$1.80 \times 0.90 \times 0.60 = 0.972 \text{ m}^3 \text{ en banco.}$$

Producción por hora

$$0.972 \text{ m}^3 \text{ en banco/ciclo} \times 79 \text{ ciclos/hr} = 76.79 \frac{\text{m}^3 \text{ en banco}}{\text{hora}}$$

∴ Cantidad de obra 17,520 m<sup>3</sup> en banco

$$\text{por lo que se requieren de } \frac{17,520 \text{ m}^3 \text{ en banco}}{76.79 \text{ m}^3 \text{ en banco/hr}} = \frac{228.15 \text{ hr}}{\text{máquina}}$$

CONCEPTO: Acarreos de los materiales seleccionados, medido - en el camellón, en los almacenamientos o en los vehículos de transporte.

Cantidad de Obra

- 1) Primer Kilómetro 17,520 M<sup>3</sup> - Km.
- 2) Kilómetros Subsecuentes (2.5 Km) 43,800 M<sup>3</sup> - Km. Sub.

Para la obtención de la producción de un camión para carretera (volteo) se usará el manual de rendimientos de equipo carterpillar.

- 1) Primer Kilómetro 17,520 M<sup>3</sup> - Km.

- Tiempos Fijos Usuales de los vehículos para acarreo.

Tiempos Fijos	{	Carga	{	Tiempo de carga del camión (varía con el dispositivo de carga y tipo de material)
		Descarga	{	Maniobras del camión en la zona de carga, reemplazo del camión (varía de 0.6 a 0.8 min.)
				(Incluye Maniobras y tiempo en la descarga (según el tipo de material y la longitud de descarga varía de 1 a 1.2 min.)

. El tiempo de carga del camión comprende:

El tiempo de carga, maniobras y descarga del traxcavo

Tiempo de carga (Material tipo "B") = 0.20 min

Tiempo en maniobras (Incluye recorri

do básico, los 4 cambios de sentido

de marcha y los virajes)

= 0.30 min.

Tiempo en descarga (Para camiones de  
carretera-volteos-, varía de 0.04 a  
0.07 min) = 0.07 min.

∴ El tiempo de carga del camión = 0.57 min

La capacidad del camión es de  $7\text{m}^3$  sueltos.

El traxcavo usa un cucharón de empleo general de  $1.80\text{m}^3$  sueltos por lo tanto para calcular la cantidad efectiva que saca el cucharón, se multiplica la capacidad indicada por un factor de llenado (según tablas) en base al tipo de material.

$1.80\text{m}^3$  sueltos  $\times 0.90 = 1.62\text{m}^3$  sueltos efectivos en el cucharón, así para los  $7\text{m}^3$  sueltos de capacidad del camión, se requiere de  $\frac{7\text{m}^3\text{s.}}{1.62\text{m}^3\text{s.}} = 4.32$  5 maniobras de carga del traxcavo para llenar el camión, Así el tiempo de carga del camión es:

$$\begin{aligned} 5 \times 0.57 \text{ min} &= 2.85 \text{ min} + \text{ tiempo de reemplazo del camión} \\ &= 2.85 \text{ min} + 0.7 \text{ min.} \\ &= 3.55 \text{ min} \end{aligned}$$

∴ El tiempo de descarga del camión será de 1.1 min.

∴ Los tiempos fijos son de :  $3.55 \text{ min.} + 1.1 \text{ min} = \underline{4.65 \text{ min}}$

- Los tiempos variables dependen básicamente de la longitud - de acarreo, y se ven afectados por los puntos siguientes:

$$\text{Resistencia Total} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Resistencia al rodamiento en \%} \\ + \\ \text{Resistencia en la pendiente en \%} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{Factores de Resistencia a la Rodadura en} \\ \text{caminos de condiciones típicas.} \\ \text{(Sección de Tablas)} \\ 10 \text{ Kg/ton.} = 1\% \text{ de pendiente adversa} \\ \text{La resistencia a la pendiente se mide} \\ \text{se estima.} \end{array} \right.$$

Con estos puntos se hará uso de las gráficas del tiempo en acarreo (Sección de Tablas).

Conociendo la distancia de acarreo o la de retorno (medio ciclo) y la resistencia total, se halla el tiempo de viaje en medio ciclo, utilizando las gráficas de la sección de tablas (la resistencia total es igual a la resistencia en la pendiente + la resistencia a la rodadura, expresadas en %).

Si la resistencia total es negativa (por ser la ayuda en la pendiente mayor que la resistencia a la rodadura) la máquina se acelera al descender, y hay que utilizar los frenos o el retardador. Como en estos casos no se pueden usar las gráficas del tiempo de acarreo, es necesario consultar las gráficas respectivas con retardador, para hallar la velocidad máxima de descenso sin riesgo.

Lostiempos de recorrido incluyen aceleración y deceleración en los puntos de carga y vaciado.

Hay dos graficas para cada máquina de acarreo: una para el camión con la carga útil especificada, y otra para el camión vacío.

∴ La Resistencia al Rodamiento es:

Factores de Resistencia a la rodadura en Caminos de Condiciones Típicas (Sección de Tablas)

Terreno	Kg/ton.	Equival. en % de Inclinación
- Camino de tierra con surcos, que cede bajo la carga, se repara muy poco, o nada, y no se riega. Los neumáticos penetran 25 mm o más.	50	5%

La resistencia en la Pendiente es:

Se considerará que la pendiente es adversa del 2% aprox.

∴ La Resistencia Total = Pendiente + Resistencia a la Rodadura.

- Para el volteo cargado = 2% + 5% = 7%
- Para el volteo vacío = - 2% + 5% = 3%

Para el primer kilómetro:

El tiempo de recorrido del volteo cargado es: 3.40 min (obtenido de la gráfica Distancia en función del tiempo sección de tablas)

El tiempo de recorrido del volteo vacío es : 1.60 min.

Por lo tanto para el primer kilómetro el tiempo total del ciclo es:

Tiempos Fijos	=	4.65 min.
Tiempos de recorrido cargado	=	3.40 min.
Variables Tiempo de Recorrido Vacío	=	<u>1.60 min.</u>

Tiempo Total del Ciclo 1er Km 9.65 min/ciclo

ahora sí la cantidad de obra es de 17,520 M<sup>3</sup> - Km (en banco) y el camión carga: (Capacidad de cucharón en m<sup>3</sup> sueltos\* factor de acarreo del cucharón \* Factor volumétrico" Número de - Maniobras de carga del Traxcavo para llenar el camión) = 1.80 \* 0.90\*0.60\*5 = 4.86 m<sup>3</sup> en banco.

Entonces  $\frac{17,520 \text{ m}^3 - \text{Km en banco}}{4.86 \text{ m}^3 = \text{Km (en banco)/ciclo}} = 3,605 \text{ ciclos}$

∴ 3,605 ciclos X 9.65 min/ciclo = 34,788.25 min.  
 si se tiene una eficiencia horaria de 50 min/hr, tenemos  
 que se requieren de  $\frac{34,788.25 \text{ min.}}{50 \text{ min / hr.}} = \underline{696 \text{ hr máquina}}$

Pero como se cuenta con siete (7) camiones de volteo se re-  
 queriran de  $\frac{696}{7} = \underline{99.43 \text{ hr por camión}}$

ahora para los kilómetros subsecuentes (2.5 Km) ... 43,800m<sup>3</sup>-Km.Sub.  
 únicamente se considerarán los tiempos variables, por lo que:

Tiempo de recorrido cargado = 3.40 min

Tiempo de recorrido vacío = 1.60 min

Tiempo total del ciclo por Km.sub = 5.00 min/ciclo

Si la cantidad de obra = 43,800 m<sup>3</sup>-Km. sub. en banco

Tenemos  $\frac{43,800 \text{ m}^3 \text{ b - Km. sub.}}{4.86 \text{ m}^3 \text{ b - Km. sub/ciclo}} = 9,012.34 \text{ ciclos.}$

∴ 9,012.34 ciclos X 5 min/ciclo = 45,062 min.

Si se tiene una eficiencia horaria de 50 min/hr (50 min/60min.=  
 0.833), tenemos que se requieren de:

$$\frac{45,062 \text{ min}}{50 \text{ min / hr}} = \underline{901.24 \text{ hr máquina}}$$

Pero como se cuenta con 7 (siete) camiones de volteo, se re-  
 querirán de:

$$\frac{901.24 \text{ hr máquina}}{7 \text{ camiones}} = \underline{128.75 \text{ hr por camión.}}$$

Concepto: Operación de tendido, conformación, afinamiento para dar el acabado superficial a máquina.

Cantidad de obra 43,800 m<sup>2</sup>.

Para obtener la producción de una motoconformadora en labores de tendido, conformación y afinamiento se usará el método siguiente:

No es factible determinar un rendimiento general, tomado de una experiencia dada o de manuales especializados, sin aplicar un coeficiente adecuado que se aproxime a las condiciones prevalentes. Es indudable que el rendimiento más exacto, es aquel que se determina por medio de la observación directa.

Teóricamente, el rendimiento de una motoconformadora se calcula indirectamente, determinando el tiempo que se emplea en ejecutar un trabajo, aplicado la siguiente fórmula:

$$T = \frac{N \times L}{E \times V_1} + \frac{N \times L}{E \times V_2} + \frac{N \times L}{E \times V_3} + \text{etc.}$$

Donde:

T = Tiempo total de operación en horas

N = Número de pasadas, la cuál debe estimarse de acuerdo con la clase de trabajo.

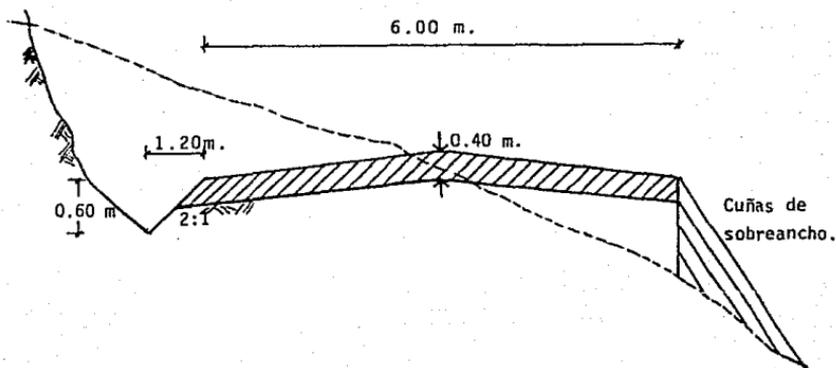
L = Longitud recorrida en Km en cada pasada y que debe determinarse al conocer la naturaleza del trabajo.

E = Factor de rendimiento de la máquina en el que se involucran tiempos perdidos y osciosos, varían de acuerdo con las diferentes condiciones de trabajo.

V = Velocidad para cada trabajo en Km/hr.

Velocidades en la transmisión recomendables para los diversos trabajos de las motoconformadoras.

Tipo de Trabajo	Velocidad en la caja	Velocidad de desplazamiento en $\frac{\text{Km}}{\text{hr}}$
- Construcción de Cunetas y terraplenes.	1a. - 2a.	3.9 a 6.2
- Afine de taludes	1a.	3.9
- Extendido y nivelación de materiales	2a. - 4a.	6.2 a 16.2



Analizando la mitad del camino:

- Área del terraplén =  $0.40 \times 3 = 1.2 \text{ m}^2$  aproximadamente.
- 1<sup>o</sup>) Con tres cortes de la motoconformadora a una velocidad de 3.9 Km/hr, se tendrá la excavación de la cuneta. (Sólo en la parte de excavación).

- 2º) Con cuatro pasadas a una velocidad de 6.2 Km/hr se tenderá y conformará el material sobre el terreno natural.
- 3º) Con dos pasadas a una velocidad de 7 Km/hr se realizará el afinamiento del terraplén.

El total de pasadas para la construcción del perfil será de:

- 3 Para la construcción de la cuneta (sólo en la parte de excavación del perfil).
- 8 Para el tendido y conformación del material.
- 4 Para el afine del perfil o terraplén.
- 15 Pasadas en total.

∴ La velocidad media será

$$V_m = \frac{15}{\frac{3}{3.9} + \frac{8}{6.2} + \frac{4}{7}} = 5.70 \text{ Km/hr.}$$

Tomando una eficiencia de trabajo de 45 min/hr efectiva, un coeficiente de utilización de la máquina para condiciones de trabajo buenas y una organización de obra buena, de 0.56.

Organización de la Obra

Coefficiente de Utilización de la máquina	Excelente 0.83-0.75	Buena 0.83-0.75	Regular 0.83-0.75	Mala 0.83-0.75
Condiciones de Trabajo:				
Excelentes	0.70-0.63	0.67-0.61	0.63-0.57	0.58-0.52
Buenas	0.65-0.58	0.62- <u>0.56</u>	0.59-0.53	0.54-0.49
Regulares	0.60-0.54	0.57-0.52	0.54-0.49	0.50-0.45
Malas	0.52-0.47	0.51-0.46	0.47-0.43	0.43-0.39

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} &= \frac{V_m}{\text{No. de pasadas total}} \times \text{Coeficiente de utiliza -} \\ &= \frac{5.70 \text{ Km/hr}}{15} \times 0.56 \\ &= 0.2128 \text{ Km/hr} \end{aligned}$$

El tiempo empleado en construir 7.3 Km será:

$$\frac{7.3 \text{ Km}}{0.2128 \text{ Km/hr}} = \underline{34.3 \text{ hr/máquina}}$$

ó utilizando la fórmula directamente, para obtener el tiempo -  
total de operación en hr.

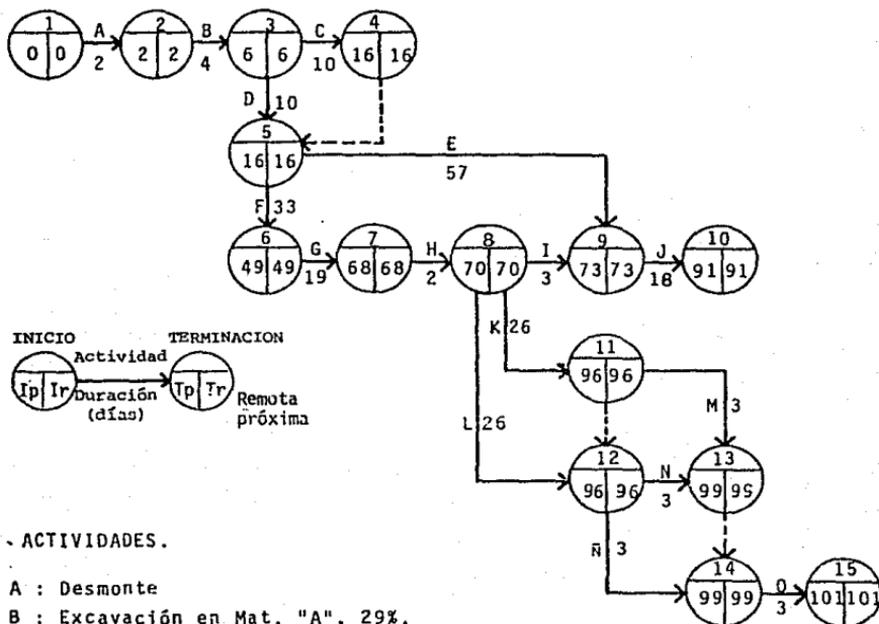
$$T = \frac{3 \times 7.3}{0.56 \times 3.9} + \frac{8 \times 7.3}{0.56 \times 6.2} + \frac{4 \times 7.3}{0.56 \times 7.0} = \underline{34.3 \text{ hr/máquina}}$$

Para obtener la producción en metros cuadrados de tendido,  
conformación y afine, se hará:

∴ el rendimiento de la motoconformadora en m<sup>2</sup> será:

$$R = \frac{43,800 \text{ m}^2}{34.3 \text{ hr}} = 1,277 \text{ m}^2/\text{hr}$$

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



**ACTIVIDADES.**

- A : Desmonte
- B : Excavación en Mat. "A", 29%.
- C : Excavación en Mat. "A", 71%.
- D : Excavación en Mat. "B", 15%.
- E : Excavación en Mat. "B", 85%.
- F : Excavación en Mat. "C".
- G : Excavación de Prestamos Laterales en Mat. "B".
- H : Formación de Terraplenes, 8%.
- I : Formación de Terraplenes, 13%.
- J : Formación de Terraplenes, 79%.
- K : Extracción de los Materiales Aprovechables, 90%.
- L : Acarreo de los Materiales Seleccionados, 90%.
- M : Extracción de los Materiales Aprovechables, 10%.
- N : Acarreo de los Materiales Seleccionados, 10%.
- R : Tendido, Conformación y Afinamiento, 60%.
- O : Tendido, Conformación y Afinamiento, 40%.

CALENDARIZACION DE LAS HORAS MAQUINA DEL EQUIPO DISPONIBLE

TIEMPO DE EJECUCION: 4 MESES NATURALES (SEMANAS DE 48 HRS.)

CONCEPTO	OCTUBRE												NOVIEMBRE												DICIEMBRE												ENERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DESMONTE	T	T																																														
EXCAVACION EN MATERIAL "A"																																																
EXCAVACION EN MATERIAL "B"																																																
EXCAVACION EN MATERIAL "C"																																																
EXCAVACION DE PRESTAMOS LATERALES (T) MAT "B"																																																
FORMACION DE TERRAPLENES																																																
EXTRACCION DE LOS MAT APROVECHABLES																																																
ACARREOS DE LOS MAT SELECCIONADOS																																																
TENDIDO, CONFORMACION Y AFINAMIENTO																																																
DIAS EFECTIVOS																																																

CANTIDAD EQUIPO  
 T1 : 1 OBN  
 T2 : 1 OBN  
 TX : 1 TRACCION 345  
 C : 7 CAMIONES DE VOLTER  
 M : 1 MOTOCONFORMADORA 150 B

RESUMEN DEL CAPITULO IV. NECESIDADES DE HORAS MAQUINA, PARA LA EJECUCION DEL TRABAJO CON EL EQUIPO DISPONIBLE.

- Para el desmonte se requieren de 9.4 hr máquina con un -- rendimiento de 1.56 Ha/hr y una cantidad de obra de 14.6 Ha.
- Para las Excavaciones en Corte en Material "A" se requieren de 109 hr máquina (Hoja Recta).

Con un rendimiento de  $475.52 \text{ m}^3$  en b./hr y una cantidad - de Obra de  $51,533 \text{ m}^3$  en b.
- Para las Excavaciones en Corte en Material "B" se requieren de 244 hr máquina (Ripper).

Con un rendimiento de  $423.75 \text{ m}^3$  en b./hr y una cantidad - de obra de  $103,066 \text{ m}^3$  en b.

y se requieren de 286 hr máquina (Hoja Recta)

con un rendimiento de  $601.92 \text{ m}^3$  S./hr y una cantidad de - obra de  $171,777 \text{ m}^3$  S.

Por lo tanto, el total de horas para la excavación en cor- te en Material "B" es 530 hr máquina.
- Para las Excavaciones en Corte en Material "C" se requieren de 184 hr máquina (Ripper)

Con un rendimiento de  $93.75 \text{ m}^3$  en b/hr y una cantidad de Obra de  $17,178 \text{ m}^3$  en b.

y se requieren de 73 hr máquina (Hoja Recta)

con un rendimiento de  $401.28 \text{ m}^3$  S./hr y una cantidad de - obra de  $29,115.25 \text{ m}^3$  S.

Por lo tanto el total de horas para la excavación en cor- te en Material "C" es 257 hr máquina.

Para las Excavaciones de Préstamos Laterales en Material "B" se requieren de 76 hr máquina (Ripper)

con un rendimiento de  $392.92 \text{ m}^3 \text{ b/hr}$  y una cantidad de -  
Obra de  $29,710 \text{ m}^3 \text{ b}$ .

y se requieren de 74 hr máquina (Hoja Recta)

con un rendimiento de  $677.16 \text{ m}^3 \text{ S/hr}$  y una cantidad de -  
Obra de  $49,516.7 \text{ m}^3 \text{ S}$ .

Por lo tanto el total de horas para la excavación de ---  
préstamos laterales en Material "B" es 150 hr máquina.

Para la formación de la parte de los terraplenes y sus -  
cuñas de sobreancho construidos con material no compacta  
ble.

se requieren de 322 hr máquina.

con un rendimiento de  $474 \text{ m}^3 \text{ b/hr}$  y una cantidad de obra  
de  $152,222 \text{ m}^3 \text{ b}$ ;

Para la Extracción de los materiales aprovechables en Ma  
terial "B" se requieren de 229 hr máquina.

con un rendimiento de  $76.79 \text{ m}^3 \text{ b/hr}$  y una cantidad de --  
obra de  $17,520 \text{ m}^3 \text{ b}$ .

Para el tendido, Conformación y afinamiento se requieren  
de 35 hr máquina.

con un rendimiento de  $1,277 \text{ m}^2/\text{hr}$  y una cantidad de obra  
de  $43,800 \text{ m}^2$ .

Para los acarreo de los materiales seleccionados:

- 1) Primer kilómetro se requieren de 696 hr máquina, pero  
como se cuenta con 7 camiones, entonces por camión -  
se necesitarán de 99.43 hr máquina (por camión)

Con un rendimiento de  $4.86 \text{ m}^3$  b/ciclo en 9.65 min/ciclo una cantidad de Obra de  $17,520 \text{ m}^3$  b y una eficiencia horaria de 50 min/hr.

- 2) Kilómetros Subsecuentes (2.5) se requieren de 901.24 hr máquina, pero se cuenta con 7 camiones, entonces - por camión se necesitarán de 128.75 hr máquina (por camión).

Con un rendimiento de  $4.86 \text{ m}^3$  b/ciclo, 5 min/ciclo, una cantidad de Obra de  $43,800 \text{ m}^3$  b y una eficiencia horaria de - 50 min/hr.

Por lo tanto, para el acarreo del material seleccionado se requerirán un total de 228.18 hr máquinas por camión.

C A P I T U L O V

ANALISIS ECONOMICO DE LOS COSTOS HORARIOS DEL  
EQUIPO DISPONIBLE

V.- ANALISIS ECONOMICO DE LOS COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO DISPONIBLE.

ANALISIS DEL COSTO HORA MAQUINA PARA DESMONTE.

Máquina: Tractor de Cadenas

Modelo: DBN Caterpillar

Datos adicionales: 285 HP

Fecha cotización: 31 de marzo 1989

Datos Generales:

Valor de Adquisición (Va) = \$ 912'000,000.00  
 Valor de Rescate (Vr) = 20% de Va = \$182'400,000.00  
 Vida económica (Ve) = 5 años X 12 meses/año X 200 hr/mes X 11/12 = 11000 hr.  
 Horas por año (Ha) = 12 meses/año X 200 hr/mes X 11/12 = 2200 hr/año.

Valor de llantas (VL1) = \$ 0.00.00

Tasa de interés anual (i) = 38%

Prima de seguros (transporte - s)=1%

Vida de las Llantas (Hv) = 0 hr.

Motor: Diesel de 285 HP

Factor de almacenaje (KA) = 3%

Factor de mantenimiento (Q) = 60%

Factor de operación (Fo) = 0.70

I.- Cargos Fijos

a).- Cargo por Depreciación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{912'000,000 - 182'400,000}{11,000} = \$ 66,327.00$$

b).- Cargo por Inversión:

$$I = \frac{V_a + V_r}{2Ha} (i) = \frac{912'000,000 + 182'400,000}{2(2200)} (0.38) = \$ 94,516.00$$

c).- Cargo por Mantenimiento:

$$M = QD = 0.60 (66,327) = \$ 39,796.20$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2Ha} (S) = \frac{912'000,000 + 182'400,000}{2(2200)} (0.01) = \$2,487.30$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KAD = 0.03 (66,327) = \$ 1,989.80$$

---


$$\text{Suma de los cargos fijos por hora} = \$ 205,116.30$$

## II.- Cargos por Consumos

a).- Cargo por combustible:

$$E = ePc = (285 \text{ HP} \times 0.16 \text{ lit/HP por hr} \times 0.75 \times 0.70) \times 550 = \$13,167.00$$

b).- Cargo por lubricantes:

$$L = (a + a1) P1 \text{ donde: capacidad de carter}(Cc) = 37 \text{ litros} \\ \text{cambios de aceite}(Hca) = 1000 \text{ hr.}$$

$$a = q_a F_o \text{ HPnom.}$$

$$q_a = 0.0031 \text{ lit/HPap.} \therefore a = 0.0031 \text{ lit/HPap} \times 0.70 \times 285 \text{ HPnom} \\ = 0.62 \text{ Lit/hr.}$$

$$a1 = \frac{Cc}{Hca} = \frac{37 \text{ lit.}}{1000 \text{ hr}} = 0.037 \text{ lit/hr.}$$

$$\text{de aquí que: } L = (0.62 + 0.037) 4000 = \$ 2,628.00$$

- Para considerar el consumo horario por aceites de transmisión, mandos finales y controles hidráulicos, se incrementará en un -- 25% el cargo (L) -

$$L' = \$ 2,628 (1.25) = \$ 3,285.00$$

c).- Cargo por filtros, grasas y estopas.

$$FGE = 2L = 2(2628) = \$ 5,256.00$$

d).- Cargo por otras fuentes de energía.

Para este caso no se considera

e).- Cargo por Llantas.

Para este caso no se considera

f).- Cargo por piezas de desgaste rápido.- no se considera

Suma de los cargos por consumos por hora=

$$\$ 24,336.00$$

III.- Cargos por Operación (Operador y ayudante clase A, 4 peones y un cabo).

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

a).- Operador

$$St = \$ 22,460$$

$$H = 6 \text{ horas efectivas por turno } (8 \times 0.75 = 6 \text{ hr.})$$

$$\therefore O = \frac{22,460}{6} = \$ 3,744.00$$

b).- Ayudante Clase A

$$St = \$ 18,315$$

$$\therefore O = \frac{\$ 18,315}{6} = \$ 3,053.00$$

c).- 4 peones

$$St = \$ 15,310$$

$$\therefore O = \frac{\$ 15,310}{6} (4) = \$ 10,207.00$$

d).- Cabo

$$St = \$ 23,915$$

$$\therefore O = \frac{\$ 23,915}{6} = \$ 3,986.00$$

Suma de los cargos por Operación por hora =                       
\$ 20,990.00

Costo Directo Hora-Máquina = \$ 250,442.30

## ANALISIS DEL COSTO HORA MAQUINA.

Máquina: Tractor de Cadenas

Módulo: D8N Caterpillar

Datos Adicionales: 285 HP

Fecha cotización: 31 de marzo  
de 1989.

## Datos Generales:

Valor de adquisición (Va) = \$ 912'000,000.00

Valor de rescate (Vr) = 20% de Va = \$ 182'400,000.00

Vida económica (Ve) = 5 años X 12 meses/año X 200 hr/  
mes X 11/12 = 11,000 hr.Horas por año (Ha) = 12 meses/año X 200 hr/mes X  
11/12 = 2 200 hr/año

Valor de llantas (VL1) = \$ 0.00 Motor: Diesel de 285 HP

Tasa de interés anual(i) = 38% Factor de Almacenaje (KA)= 3%

Prima de seguros (Transporte-s)=1% Factor de Mantenimiento (Q)= 60%

Vida de las Llantas (Hv) = 0 hr. Factor de Operación (Fo) = 0.70

I.- Cargos Fijos

a).- Cargo por Depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{912'000,000 - 182'400,000}{11000} = \$ 66,327.00$$

b).- Cargo por Inversión:

$$I = \frac{Va + Vr(i)}{2Ha} = \frac{912'000,000 - 182'400,000}{2(2200)} (0.38) = \$ 94,516.00$$

c).- Cargo por Mantenimiento:

$$M = QD = 0.60 (66,327) = \$ 39,796.20$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2H_a} (s) = \frac{912'000,000 + 182'400,000}{2(2200)} (0.01) = \$ 2,487.30$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KAD = 0.03 (66,327) = \$ 1,989.80$$

Suma de los cargos fijos por hora: \$ 205,116.30

## II.- Cargos por Consumos

a).- Cargo por combustible:

$$E = ePc = (285 \text{ HP} \times 0.16 \text{ lit/HP por hr} \times 0.75 \times 0.70) \times 550 = \$ 13,167.00$$

b).- Cargo por Lubricantes:

$$L = (a + a_1) P_1 \quad \text{donde: Capacidad de Carter (Cc) = 37 litros.}$$

$$\text{Cambios de aceite (Hca) = 1000 hr}$$

$$a = qaFo H_p \text{ nom}$$

$$qa = 0.0031 \text{ lit/H}_p \text{ op } \therefore \Rightarrow a = 0.0031 \text{ lit/HPop} \times 0.70 \times 285 \text{HPnom.}$$

$$a_1 = \frac{Cc}{Hca} = \frac{37 \text{ lit.}}{1000 \text{ hr.}} = 0.037 \text{ lit/hr.}$$

$$\text{de aquí que: } L = (0.62 + 0.037) \times 4000 = \$ 2,628.00$$

- Para considerar el consumo horario por aceites de transmisión, mandos - finales y controles hidráulicos, se incrementará en un 25% el cargo (L)-

$$L' = \$ 2,628 (1.25) = \$ 3,285.00$$

c) Cargo por filtros, grasas y estopas

$$FGE = 2L = 2(2,628) = \$ 5,256.00$$

d).- Cargo por otras fuentes de energía - no se considera

e).- Cargo por Llantas - no se considera

f).- Cargo por piezas de desgaste rápido - no se considera

Suma de los cargos por consumos por hora =

$$\underline{\$ 24,336.00}$$

III.- Cargos por Operación (Operador y Ayudante Clase A)

$$O = \frac{St}{N}$$

a) Operador

$$St = \$22,460.00$$

N = 6 horas efectivas por turno (8X 0.75 = 6 hr.)

$$O = \frac{\$ 22,460}{6} = \$ 3,744.00$$

b) Ayudante Clase A

$$St = \$ 18,315$$

$$\therefore O = \frac{\$ 18,315}{6} = \$ 3,053.00$$

Suma de los cargos por Operación por hora =

$$\underline{\$ 6,797.00}$$

Costo Directo Hora-Máquina(HMD) =

$$\underline{\$236,249.30}$$

## ANALISIS DEL COSTO HORA MAQUINA

Máquina: Cargador de Cadenas (traxcavo)

Modelo: 963 Caterpillar

Datos Adicionales: 150 HP

Fecha de Cotización:

31 de marzo de 1989.

## Datos Generales:

Valor de adquisición (Va) = \$ 480'000,000.00

Valor de rescate (Vr) = 20% de Va = \$96'000,000.00

Vida económica (Ve) = 5 X 12 X 200 X 11/12 = 11,000 hr

Horas por año (Ha) = 12 X 200 X 11/12 = 2,200 hr/año

Valor de llantas (VL1) = \$ 0.00

Motor: Diesel de 150 HP

Tasa de interés anual (i) 38%

Factor de Almacenaje: (KA) = 3%

Prima de seguros (transporte-s)=1%

Factor de Mantenimiento (Q) = 60%

Vida de las Llantas (Hv) = 0 hr.

Factor de Operación (Fo) = 0.70

I.- Cargos Fijos

a).- Cargo por Depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{480'000,000 - 96'000,000}{11,000} = \$ 34,909.10$$

b).- Cargo por Inversión:

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} (i) = \frac{480'000,000 + 96'000,000}{2(2200)} (0.38) = \$ 49,745.50$$

c).- Cargo por Mantenimiento:

$$M = QD = 0.60(34,909.10) = \$ 20,945.46$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} (s) = \frac{480'000,000 + 96'000,000}{2(2200)} (0.01) = \$ 1,309.10$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KAD = 0.03 (34,909.10) = \$ 1,047.30$$

$$\text{Suma de los cargos fijos por hora} = \$ 107,956.46$$

## II.- Cargos por consumos

a).- Cargo por combustible:

$$E = ePc = (150 \text{ HP} \times 0.16 \text{ lit/HP por hr} \times 0.75 \times 0.70) \times 550 = \$ 6,930.00$$

b).- Cargo por lubricantes:

$$L = (a+al)P1 \quad \text{donde: capacidad de carter (Cc) = 19 litros} \\ \text{cambios de aceite (Hca) = 1000 hr.}$$

$$a = qaFo \text{ HPnom.}$$

$$qa = 0.0031 \text{ lit/HPop} \quad \therefore \quad a = 0.0031 \text{ lit/HPop} \times 0.70 \times 150 \text{HPnom.} \\ = 0.33 \text{ lit/hr.}$$

$$al = \frac{Cc}{Hca} = \frac{19 \text{ lit}}{1000 \text{ hr.}} = 0.019 \text{ lit/hr.}$$

$$\text{de aqu\u00ed que: } L = (0.33 + 0.019) 4000 = \$ 1,396.00$$

- Para considerar el consumo horario por aceites de transmisi\u00f3n, mandos finales y controles hidr\u00e1ulicos, se incrementar\u00e1 en un 25% el cargo (L) -

$$L' = \$ 1,396 (1.25) = \$ 1,745.00$$

c).- Cargo por filtros, grasas y estopas

$$FGE = 2L = 2 (1396) = \$2,792.00$$

d).- Cargo por otras fuentes de energ\u00eda - no se considera para este caso.

e).- Cargo por Llantas - no se considera para este caso.

f).- Cargo por piezas de desgaste r\u00e1pido - no se considera

$$\text{Suma de los cargos por consumos por hora} = \underline{\underline{\$ 12,863.00}}$$

III.- Cargos por Operación (Operador y ayudante)

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

a).- Operador

$$St = \$ 22,460$$

$$H = 6 \text{ hr. efectivas por turno (} 8 \times 0.75 = 6 \text{ hr.)}$$

$$\therefore O = \frac{\$ 22,460}{6} = \$ 3,744.00$$

b).- Ayudante Clase A.

$$St = \$ 18,315$$

$$\therefore O = \frac{\$ 18,315}{6} = \$ 3,053.00$$

$$\text{Suma de los cargos por Operación por hora} = \underline{\$ 6,797.00}$$

$$\text{Costo Directo Hora-Máquina (HMD)} = \underline{\underline{\$ 127,616.46}}$$

## ANALISIS DEL COSTO HORA MAQUINA.

Máquina: Motoconformadora  
 Modelo: 120 G Caterpillar  
 Datos Adicionales: 125 HP

Fecha de cotización: 31 de marzo de 1989.

## Datos Generales:

Valor de adquisición (Va) = \$328'800,000.00-Costo de 6 llantas 6(1'200,000)  
 = \$321'600,000.00  
 Valor de rescate (Vr) = \$ 64'320,000.00  
 Vida económica (Ve) = 5 X 12 X 200 X 11/12 = 11,000 hr.  
 Horas por año (Ha) = 12 X 200 X 11/12 = 2200 hr/año  
 Valor de Llantas (VL1) = \$1'200,000.00/Llanta Motor: Diesel de 125 HP  
 Tasa de interés anual (i) = 38% Factor de Almacenaje (KA) = 3%  
 Prima de seguros (transporte-s) = 1% Factor de Mantenimiento(Q) = 60%  
 Vida de las Llantas (Hv) = 2400 hr. Factor de Operación (Fo) = 0.70

I.- Cargos Fijos

a).- Cargo por Depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{321'600,000 - 64'320,000}{11,000} = \$ 23,389.10$$

b).- Cargo por Inversión:

$$I = \frac{Va + Vr}{2Na} (i) = \frac{321'600,000 + 64'320,000}{2(2200)} (0.38) = \$ 33,329.50$$

c).- Cargo por mantenimiento:

$$M = Q \cdot D = 0.60 (23,389.10) = \$ 14,033.50$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} (s) = \frac{321'600,000 + 64'320,000}{2(2200)} (0.01) = \$ 877.10$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KAD = 0.03 (23,389.10) = \$701.70$$

$$\text{Suma de los cargos fijos por hora} = \underline{\$ 72,330.90}$$

## II.- Cargos por Consumos

a).- Cargo por combustible:

$$E = ePc = (125 \text{ HP} \times 0.16 \text{ lit/HP por hr} \times 0.75 \times 0.70) \times 550 = \$ 5,775.00$$

b).- Cargo por lubricantes:

$$L = (a + a1) P1 \quad \text{donde: Capacidad de Carter (Cc) = 19 litros}$$

$$\text{Cambios de Aceite (Hca) = 1000 hr.}$$

$$a = qaFo \text{ HP nom.}$$

$$qa = 0.0031 \text{ lit/HPop. } \therefore \Rightarrow a = 0.0031 \text{ lit/HPop } 0.70 \times 125 \text{ HPnom.}$$

$$= 0.27 \text{ lit/hr.}$$

$$a1 = \frac{Cc}{Hca} = \frac{19 \text{ lit}}{1000 \text{ hr.}} = 0.019 \text{ lit/hr.}$$

$$\text{de aquí que: } L = (0.27 + 0.019) 4000 = \$ 1,156.00$$

- Para considerar el consumo horario por aceites de transmisión, mandos finales y controles hidráulicos, se incrementará en un 25% el cargo (L) -

$$L' = \$ 1,156 (125) = \$ 1,445.00$$

c).- Cargo por filtros, grasas y estopas

$$FGE=2L = 2 (1156) = \$ 2,312.00$$

d).- Cargo por otras fuentes de energía - no se considera

e).- Cargo por llantas

$$L1 = \frac{VL1}{H_v} = \frac{6 (1'200,000.00)}{2400} = \$ 3,000.00$$

f).- Cargo por piezas de desgaste rápido = no se considera

---

Suma de los cargos por consumos por hora \$ 13,688.00

III.- Cargos por Operación (Operador y ayudante)

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

a).- Operador

$$St = \$ 21,765.00$$

$$H = 6 \text{ hr. efectivas por turno } (8 \times 0.75 = 6 \text{ hr.})$$

$$\therefore O = \frac{\$ 21,765}{6} = \$ 3,628.00$$

b).- Ayudante Clase B.

$$St = \$ 16,520.00$$

$$\therefore O = \frac{\$ 16,520}{6} = \$ 2,753.00$$

Suma de los cargos por Operación por hora \$ 6,381.00

Costo Directo-Hora-Máquina (HMD) \$92,399.90  
\*\*\*\*\*

## ANALISIS DEL COSTO HORA-MAQUINA

Máquina: Camión de Volteo

Modelo: FAMSA S-1834

Datos Adicionales: de 7 m<sup>3</sup> de capacidad y 135 HP

Datos Generales:

Fecha de cotización: 31 de marzo de 1989.

Valor de adquisición (Va) = \$ 94'000,000.00 - Costo de 6 Llantas 6(600,000)  
= \$ 90'400,000.00

Valor de rescate (vr) = \$ 18'080,000.00

Vida económica (Ve) = 5 X 12 X 200 X 11/12 = 11,000 hr.

Horas por año (Ha) = 12 X 200 X 11/12 = 2200 hr/año

Valor de llantas (VL1) = \$ 600,000.00/Llanta

Motor: Diesel de 135 HP

Tasa de interés anual (i) = 38%

Factor de Almacenaje (KA) = 3%

Prima de seguros (Transporte-s) = 1%

Factor de Mantenimiento(Q) = 60%

Vida de las Llantas (Hv) = 2400 hr.

Factor de Operación (Fo) = 0.70

I.- Cargos Fijos

a).- Cargo por Depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{90'400,000 - 18'080,000}{11,000} = \$ 6,574.60$$

b).- Cargo por Inversión

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} (i) = \frac{90'400,000 + 18'080,000}{4400} (.38) = \$ 9,368.70$$

c).- Cargo por Mantenimiento:

$$M = QD = 0.60 (6574.60) = \$ 3,944.76$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} (s) = \frac{90'400,000 + 18'080,000}{4400} (0.01) = \$ 246.60$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KAD = 0.03(6574.60) = \$ 197.24$$

Suma de los cargos fijos por hora = \$ 20,331.90

## II.- Cargos por consumos

a).- Cargo por combustible

$$E = ePc = (135 \text{ HP} \times 0.16 \text{ lit/HP por hr} \times 0.833 \times 0.70) \times 550 = \$ 6,927.00$$

b).- Cargo por Lubricantes:

$$L = (a + a1) P1 \quad \text{donde: Capacidad de carter (Cc) = 12 litros}$$

$$\text{Cambios de aceite (Hca) = 500 hr.}$$

$$a = q_a F_o \text{ HPnom.}$$

$$q_a = 0.0031 \text{ lit/HPop.} \quad \therefore \implies a = 0.0031 \text{ lit/HPop} \times 0.70 \times 135 \text{ HPnom.}$$

$$= 0.29 \text{ lit/hr.}$$

$$a1 = \frac{Cc}{Hca} = \frac{12 \text{ lit}}{500 \text{ hr}} = 0.024 \text{ lit/hr.}$$

$$\text{de aquí que: } L = (0.29 + 0.024) 4000 = \$ 1,256.00$$

- Para considerar el consumo horario por aceites de transmisión, mandos finales y controles hidráulicos se tomará un 50% del cargo (L) -

$$L' = \$ 1256 (0.50) = \$ 628.00$$

c).- Cargo por filtros, grasas y estopas

$$FGE = 2L = 2(1256) = \$ 2,512.00$$

d).- Cargo por otras fuentes de energía - no se considera

e).- Cargo por Llantas

$$L1 = \frac{VL1}{Hv} = \frac{6(600,000)}{2400} = \$ 1,500.00$$

f).- Cargo por piezas de desgaste rápido = no se considera

Suma de los cargos por consumos por hora = \$ 12,823.00

III.- Cargos por Operación (Operador y Ayudante)

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

a).- Operador

$$St = \$ 21,867.00$$

$$H = 6.7 \text{ hr efectivas por turno ( } 8 \times 0.833 = 6.7 \text{ hr.)}$$

$$\therefore O = \frac{\$ 21,867.00}{6.7} = \$ 3,264.00$$

b).- Ayudante (peón)

$$St = \$ 15,310.00$$

$$\therefore O = \frac{\$ 15,310.00}{6.7} = 2,285.00$$

Suma de los cargos por operación por hora = \$ 5,549.00

Costo Directo Hora-Máquina (HMD) = \$ 38,703.90

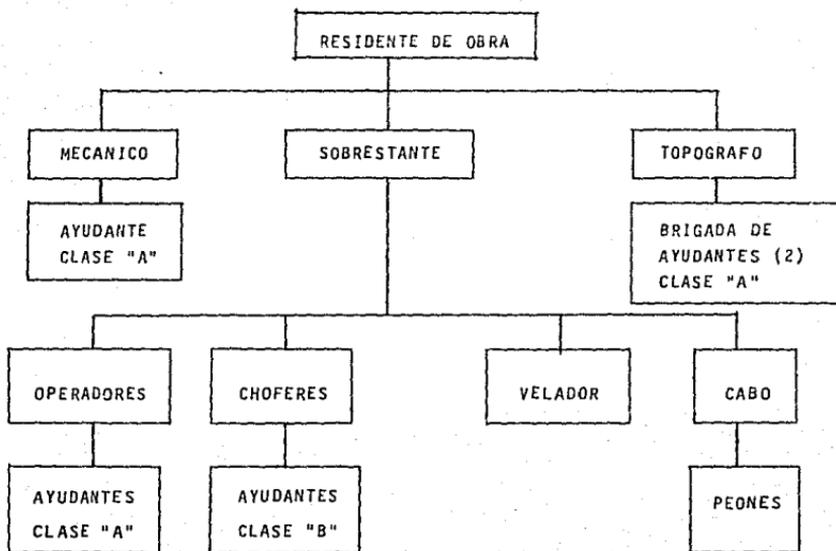
C A P I T U L O VI

PLANEACION DE LA MANO DE OBRA

#### VI.- PLANEACION DE LA MANO DE OBRA.

El propósito de la organización es establecer una estructura explícita de funciones para que un grupo de personas y con la utilización de recursos puedan trabajar efectivamente en la realización de ciertos puntos para el logro de objetivos.

El organigrama de la obra desde el punto de vista técnico, es el siguiente:

ORGANIGRAMA TECNICO  
EN OBRA

Los elementos y sus funciones principales en la obra son los siguientes:

#### RESIDENTE DE OBRA:

Generalmente la persona con este cargo es un Ingeniero Civil, con gran experiencia, cuya función principal es la planeación, dirección y vigilancia de la obra que le ha sido asignada; en síntesis podemos decir que es el director de la obra, el cual debe poseer una capacidad suficiente en la toma de decisiones. Entre sus principales actividades tenemos:

- Asumir plenamente la responsabilidad de los recursos asignados a la obra.
- Formar su equipo de trabajo (Sobrestante, Topógrafo, Mecánico, etc).
- Realizar reuniones con su equipo de trabajo.
- Seleccionar al personal eventual de la obra.
- Programar los requerimientos de maquinaria, equipo y materiales.
- Asignar la maquinaria y equipo.
- Optimizar los recursos disponibles.
- Programar y reprogramar la obra, si procede.
- Generar información diaria sobre el avance del proceso constructivo y realizar las estimaciones de los conceptos realizados.
- Enviar la información oportunamente, cuando lo requiera la oficina central.
- Supervisar el desarrollo del proceso constructivo, de acuerdo al programa de obra existente.
- Supervisar la labor de su equipo de trabajo.

- Supervisar el mantenimiento local de la maquinaria.
- Supervisar la recepción de los recursos físicos y humanos.
- Supervisar el seguimiento del reglamento interno (de higiene y seguridad).

**SOBRESTANTE:**

Persona con experiencia en el ramo, se le considera como el brazo ejecutor del director de obra; vigila y/o supervisa que la obra se esté realizando de acuerdo a las especificaciones y programa de obra. Entre sus principales actividades tenemos:

- Cumplir fielmente las instrucciones del residente de obra.
- Cubrir responsablemente la actividad correspondiente a la etapa o tarea específica que le haya sido asignada.
- Asignar las tareas al cabo, velador, operadores, choferes.
- Coordinar el funcionamiento de la maquinaria y equipo.
- Reportar y reemplazar a los operadores.
- Hacer el reporte diario de las actividades correspondientes al avance de obra.
- Supervisar y/o vigilar el avance de la obra en cada etapa.
- Supervisar las labores realizadas por los elementos antes mencionados.
- Supervisar el suministro del equipo y materiales en cada etapa.
- Supervisar el seguimiento del reglamento interno (de higiene y seguridad).

**TOPOGRAFO:**

Ingeniero Topógrafo ó Civil, cuya función principal es seguir las instrucciones del residente de obra, acerca de las siguientes materias específicas:

- Dar trazos, niveles y seccionamientos.
- Cubicación de los volúmenes de trabajo.
- Realizar la clasificación de los materiales.
- Y los trabajos generales de topografía que la obra requiera.

**CABO:**

Persona con capacidad de mando, cuya función es ejecutar y supervisar los conceptos de obra en el frente de trabajo, -- (es el capataz).

Entre sus principales actividades tenemos:

- Asumir las tareas asignadas por el sobrestante.
- Formar su cuadrilla de trabajo.
- Aplicar el reglamento interno (de higiene y seguridad).
- Reportar las actividades diarias al sobrestante.
- Supervisar la utilización de los elementos de seguridad para el personal.
- Supervisar el uso y conservación de las herramientas utilizadas en la labor a su cargo.

**MECANICO:**

Persona con estudios técnicos y experiencia en el mantenimiento y reparación de motores de combustión interna (diesel y gasolina). Entre sus principales actividades tenemos:

- Instalar el taller si la obra lo amerita.
- Integrar su equipo de trabajo.
- Cumplir con el trabajo de su especialidad en el taller o en la obra, según las instrucciones precisas que le impartea el residente de obra.
- Determinar y ejecutar las reparaciones menores y mayores de la maquinaria y/o equipo, en los lugares de trabajo o taller; e informar con oportunidad al residente de obra.
- Supervisar el estado de la maquinaria y equipo asignado a la obra.
- Vigilar la operación de la maquinaria y equipo.
- Supervisar las actividades de los ayudantes.
- Hacer el reporte de las actividades del taller de la obra.
- Llevar a efecto el reglamento interno (de higiene y seguridad).

#### OPERADORES (TRACTOR, TRAXCAVO Y MOTOCONFORMADORA):

Persona capacitada en la operación de maquinaria pesada; cuya función principal es el operar correcta y eficazmente la máquina que se le asigne, para llevar a cabo los conceptos de obra. Entre las principales actividades que realizan tenemos:

- Cumplir las instrucciones del sobrestante, para el movimiento de la maquinaria, de acuerdo al desarrollo del proceso constructivo.
- Cumplir las instrucciones de operación del residente de obra.
- Asumir la responsabilidad correspondiente a la máquina que opera.
- Reportar con oportunidad cualquier falla de la máquina a

su cargo, al mecánico, sobrestante y residente de obra.

- Hacer un reporte diario de actividades con el Vo. Bo. del sobrestante.
- Respetar siempre el reglamento interno, así como las normas mínimas de seguridad y operación.

#### OPERADOR DE CAMION PARA CARRETERA (CHOFER DE VOLTEO):

Persona capacitada en la operación de camiones para carretera (volteos); cuya función es el operar correcta y eficaz - mente la máquina que se le asigne, para llevar a cabo los conceptos de obra. Entre sus principales actividades tenemos:

- Cumplir las instrucciones para la labor a desarrollar que les asigne el sobrestante.
- Cumplir las instrucciones de operación del equipo que dé el residente de obra.
- Mover los materiales y/o tierra de acuerdo al proceso de construcción.
- Asumir la responsabilidad correspondiente al equipo que opera.
- Reportar con oportunidad cualquier falla del equipo a su cargo, al mecánico, sobrestante y residente de obra.
- Hacer el reporte diario de las actividades con el Vo. Bo. del sobrestante.
- Respetar siempre el reglamento interno, así como las normas mínimas de seguridad y operación.

#### VELADOR O VIGILANTE:

Persona con preparación en la realización de esta actividad, debe ser muy responsable. Entre sus principales actividades tenemos:

- Vigilar el cumplimiento del reglamento interno de seguridad.
- Cumplir con las instrucciones especiales para la custodia de la maquinaria y equipo.
- Resguardar las instalaciones de la obra.

**AYUDANTE CLASE "A" :**

Persona con estudios técnicos y experiencia en su área de desarrollo, cuya función principal es cumplir las instrucciones precisas de su jefe inmediato para el desarrollo de sus actividades y necesidades.

**AYUDANTE CLASE "B" :**

Persona con el conocimiento en su área de trabajo; cuya función principal es seguir las instrucciones precisas de su jefe inmediato para el desarrollo de sus actividades y requerimientos.

**PEON :**

Persona sin especialidad alguna, capaz de realizar trabajos físicos; cuya función es llevar a efecto los conceptos de obra en el frente de trabajo, sin ocuparse de la calidad del mismo.



C A P I T U L O V I I

EJERCICIO DE PRECIOS UNITARIOS

## VII.- EJERCICIO DE PRECIOS UNITARIOS

### METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DEL FACTOR DE SALARIO REAL.

Para Salario Base igual al mínimo y mayor que el mínimo -  
=> (Obtención de Salarios Reales).

Primero.- Los trabajadores, de acuerdo con la Ley, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos directos mínimos anuales:

Por cuota diaria (Art. 83)	365 días	
Por prima vacacional (Arts. 76 y 80)		
0.25 X 6 días de vacaciones mínimas	1.5	
Por aguinaldo (Art. 87)	<u>15</u>	
	$\Sigma = 381.5$ días	(Días Pagados)

Segundo.- También de acuerdo con la Ley, los trabajadores tienen de recho a descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimos al año:

Por séptimo día (Art. 69)	52 días
Por días festivos (Art. 74)	7.17
Por vacaciones (Art. 76)	<u>6</u>
	$\Sigma = 65.17$ días

Artículo 74.- Son días de descanso obligatorio:

10. de enero	1.00
05 de febrero	1.00
21 de marzo	1.00
10. de mayo	1.00
16 de septiembre	1.00
20 de noviembre	1.00
10. de diciembre	
c/6 años	0.17
25 de diciembre	1.00

$\Sigma = 7.17$  días

Tercero.- De acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario íntegro, como pueden ser:

Por fiestas de costumbre	3 días
Por enfermedad no profesional	2
Por mal tiempo y otros	4

$\Sigma = 9$  días

∴ => Días trabajados = 365 - 65.17 - 9 = 290.83 días

En resumen, tenemos que los días pagados al trabajador -- por año, son: 381.5 días; y los días realmente trabajados son: 290.83 días. Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del trabajo (L.F.T.), que es:

$$\frac{381.5 \text{ (días pagados)}}{290.83 \text{ (días laborados)}} = 1.3118$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del -- trabajador, deberá considerarse un incremento del 31.18% sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la Ley Federal

del Trabajo.

INFONAVIT.- Formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, del 5% sobre los salarios ordinarios de -- los trabajadores a su servicio, de acuerdo en lo mencionado -- por el artículo 136 de la L.F.T.; además, dado que por decreto aparecido posteriormente en el diario oficial, el 5% debe aportarse sobre el salario integrado; el factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador sera:

$$0.05 \times 1.3118 = \underline{0.0656}$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del -- trabajador, deberá considerarse un incremento del 6.56% sobre su salario base, por concepto de cuotas patronales al INFONA - VIT.

En los concursos de obras públicas se dispone que: "en -- los análisis de precios unitarios, no debe figurar el 5% del -- importe de las percepciones de los trabajadores, que en los -- términos del Artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, las -- empresas en su calidad de patrones, están obligados a aportar al Fondo Nacional de la Vivienda".

Seguro Social y prestaciones.- El régimen obligatorio de la Ley, comprende los siguientes seguros:

- I.- Riesgos de trabajo.
- II.- Enfermedades y Maternidad.
- III.- Inválidez, Vejez, cesantía en edad avanzada y muerte.
- IV.- Guarderías para hijos de asegurados.

PORCENTAJES DE APLICACION A LA PERCEPCION  
BASE DE COTIZACION, PARA EL CALCULO  
DE LAS CUOTAS BIMESTRALES

RAMOS DE SEGUROS								
ENFERMEDADES Y MATERNIDAD			INVÁLIDEZ, VEJEZ, CESANTIA EN EDAD AVANZADA Y MUERTE			T O T A L		
Del Patrón	Del asegu- rado	Cuota Obrero patro- nal	Del Patrón	Del asegu- rado	Cuota obrero patro- nal	Patrón	Asegu- rado	Suma
8.400	3.000	11.400	4.200	1.500	5.700	12.600	4.500	17.100
%	%	%	%	%	%	%	%	%

NOTAS IMPORTANTES.

A las cuotas señaladas deberán aumentarse:

- A) La del seguro de Riesgos de trabajo, que se calculará aplicando a la cuota bimestral del seguro de invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, la prima que corresponde a la clase y grado de riesgo que el Instituto haya asignado a la empresa.
- B) La del seguro de Guardería para hijos de aseguradas, que se determinará aplicando la prima del 1% que establece el artículo 191 de la Ley del Seguro Social, al salario base de cotización (tomando en consideración los límites señalados en el artículo 33 del mismo ordenamiento).

Estos factores entran en vigor a partir de las reformas publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de enero de 1989.

a) Para el trabajador de salario mínimo:

Enfermedades y Maternidad (Tabla anexa): 11.400%  
 Inválidez, vejez, etc. (Tabla anexa): 5.700%  
 Riesgos de trabajo - 125% de la cuota obrero patro -  
 nal de inválidez, vejez, etc. ....

$$\therefore \Rightarrow 1.25 \times 5.7 = 7.125\% \quad \therefore \Sigma = 11.4 + 5.7 + 7.125 =$$

$$\underline{24.225\%}$$

$$0.24225 \times 1.3118 = 0.3177$$

b) Para los trabajadores de salarios mayores que el mínimo:

Enfermedades y Maternidad (Tabla anexa): 8.400%  
 Inválidez, vejez, etc. (Tabla anexa): 4.200%  
 Riesgos de trabajo - 125% de la cuota obrero patro -  
 nal de inválidez, vejez, etc. ....

$$\therefore \Rightarrow 1.25 \times 5.7 = 7.125\% \quad \therefore \Rightarrow \Sigma = 8.4 + 4.2 + 7.125 =$$

$$\underline{19.725\%}$$

$$0.19725 \times 1.3118 = 0.2587$$

Lo cual significa que al integrar el salario real del --  
 trabajador, debemos considerar incrementos del 31.77% para el  
 trabajador con salario mínimo, y de 25.87% para los trabajado  
 res con salarios superiores, sobre sus respectivos salarios -  
 base, por concepto de cuotas patronales al seguro Social co -  
 rrespondiente a los seguros antes mencionados.

Guarderías.- El monto de dicha prima será del 1% sobre  
 la cantidad que por salario paguen a todos sus trabajadores -  
 en efectivo por cuota diaria.

El factor que por este concepto modifica la integración  
 del salario real del trabajador será:

$$\frac{0.01 \times 365 \text{ días de cuota diaria}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0126$$

Lo que significa que debemos considerar un incremento -- del 1.26% adicional al salario base del trabajador, debido a cuotas patronales al seguro social por concepto de guarderías para hijos de aseguradas, en la integración del salario real.

Impuesto sobre remuneraciones pagadas.- El pago de dicho impuesto corresponde a una erogación real del patrón que repercute en el costo de la obra de mano, ya que deberá pagar - el 1% del total de remuneraciones pagadas, lo que modifica la integración del salario real del trabajador, en:

$$0.01 \times 1.3118 = 0.0131$$

Por lo tanto, deberá considerarse un incremento del 1.31% sobre el salario base del trabajador, por concepto del impuesto patronal sobre remuneraciones pagadas.

En resumen general tenemos que la suma de los resultados de cada uno de los puntos anteriores, nos ayudará a determinar el factor de salario real.

Tenemos:

Factor aplicable al salario base del trabajador por obligaciones y prestaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo 1.3118.

Incremento al factor por cuotas al INFONAVIT 0.0656

NOTA: Este concepto no debe aparecer en los análisis de precios unitarios para contrato de obra pública.

Incremento al factor por cuotas patronales al seguro social debidas a los seguros de Riesgos profesionales, Enfermedades y Maternidad, e Inválidez, Vejez, cesantía y Muerte.

- a) Para categorías de Salario mínimo 0.3177
- b) Para categorías de Salarios mayores al mínimo 0.2587

Incremento al factor por cuotas patronales al seguro social debidas al seguro de guarderías 0.0126.

Impuesto al factor por impuestos sobre remuneraciones pagadas al trabajo 0.0131.

La suma de los incrementos anteriores nos determinan el factor de Salario Real.

- a) Salario mínimo 1.7208
- b) Salario mayor al mínimo 1.6618

Obtención del Factor de Salario Real para:

- a) Salario mínimo
- b) Salarios mayores al mínimo  
(obtención de Salarios Reales).

Consideraciones:

A) Ley Federal del Trabajo

1).- <u>Días pagados</u>	Por cuota diaria	365 días
	Por prima vacacional	1.5
	Por aguinaldo	15
		<u>Σ = 381.5 días pagados</u>

2).- Días trabajados	{	Por séptimo día	52
	*	Por días festivos	7.17
		Por vacaciones	6

	{	Por fiestas de costumbre	3
	**	Por enf. no profesional	4
		Por mal tiempo y otros	5

$\Sigma = 77.17 \text{ días} \Rightarrow$

$365 - 77.17 = \underline{287.83 \text{ días lab.}}$

\* días mínimos al año con goce de salario.

\*\* días inactivos al año en base a la experiencia y política de cada constructor con goce de salario.

∴  $\Rightarrow$  Factor aplicable al salario base del trabajador por obligaciones y prestaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo es:

$$\frac{381.5 \text{ Días pagados}}{287.83 \text{ Días laborados}} = \underline{1.325}$$

B) INFONAVIT (5%) ∴  $\Rightarrow 0.05 \times 1.325 = \underline{0.06625}$  - incremento al factor por cuotas al INFONAVIT.

NOTA: Este concepto no debe aparecer en los análisis de precios unitarios para contrato de obra pública.

C) IMSS - Incremento al factor por cuotas patronales al seguro social debidas a los seguros de riesgos profesionales, enfermedades y maternidad, e inválidez, vejez, cesantía y muerte.

1) Para categorías de salario mínimo  $\Rightarrow 0.3177 \times 1.325 = \underline{0.4210}$

2) Para categorías de salarios mayores al mínimo - - -  
 $\Rightarrow 0.2587 \times 1.325 = \underline{0.3428}$

$$\text{Guarderías (1\%)} \therefore = \frac{0.01 \times 365}{287.83} = \underline{0.0127}$$

Es el incremento al factor por cuotas patronales al Seguro Social debidas al seguro de guarderías.

D) Impuesto al factor sobre Remuneraciones Pagadas al Trabajo (1%).  $\therefore = 0.01 \times 1.325 = \underline{0.0133}$

## R E S U M E N

	Salario Mínimo	Salarios mayores al mínimo
L. F. T.	1.325	1.325
INFONAVIT	0.06625	0.06625
I. M. S. S.	0.4210	0.3428
Guarderías	0.0127	0.0127
Impuesto sobre Remun. Pagadas	0.0133	0.0133
$\Sigma = \text{FSR} \rightarrow$ CON INFONAVIT	1.8383	1.7601
SIN INFONAVIT	1.772	1.6938

<u>PERSONAL</u>	<u>SALARIO BASE</u>	<u>F.S.R.</u>	<u>SUELDO DIARIO REAL</u>
+ Residente de Obra	-----	-----	100,000.00
+ Sobrestante	-----	-----	60,000.00
+ Mecánico p/máq. pesada	-----	-----	52,000.00
+ Topógrafo	-----	-----	48,000.00
* Cabo	14,119	1.6938	23,914.76
* Operador de Buldozer y T.	13,260	1.6938	22,459.79
* Operador de Motoconformadora y camión de volteo	12,850	1.6938	21,765.33
* Velador	11,217	1.6938	19,000.00
* Ayudante Clase "A"	10,813	1.6938	18,315.06
* Ayudante Clase "B"	9,753	1.6938	16,519.63
* Peón	8,640	1.772	15,310.00

+ NOTA: Estos salarios son por honorarios.

\* NOTA: Estos salarios se obtuvieron de las tablas para salarios mínimos profesionales, oficios y trabajos especiales a partir del 1o. de Enero de 1989. Los cuales pueden ser mayores en obra.

## METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo, el cuál comienza con el estudio de la factibilidad para realizar un proyecto, y termina con la realización del mismo.

No es posible realizar un precio unitario, sin el apoyo de las especificaciones, pues son éstas las que definen las características de la obra y su forma de ejecución, lo que constituye sin duda, la base para determinar un precio unitario.

Para la realización de un precio unitario es indispensable conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos como de maquinaria y materiales, así como de su disponibilidad.

Precio Unitario.- es la remuneración o pago en moneda, que el contratante hace al contratista, por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones.

Unidad de Obra.- es la unidad de medición señalada en las especificaciones, para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

Concepto de Trabajo.- es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididos convencionalmente para fines de medición y pago; incluyendo el suministro de materiales correspondientes cuando estos sean necesarios.

Especificaciones.- Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo.

Las especificaciones de un concepto en particular, deben contener las características:

- Descripción del concepto.
- Materiales que intervienen y su calidad.
- Alcance de la ejecución del concepto.
- Mediciones para fines de pago.
- Cargos que incluyen los precios unitarios.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son:

Costos Directos	Materiales Mano de Obra Equipo o Maquinaria	} Costo + Utilidad = Precio Unitario                      Unitario
Costos Indirectos	Administración Central Administración en Obra Financiamiento Fianzas y Seguros Imprevistos	

Costos Directos.- Son todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar un concepto de trabajo, que incluye únicamente los cargos que se producen por materiales, mano de obra y equipo.

Costos Indirectos.- Son los gastos generales necesarios que ejerce la empresa para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos, para hacer posible la prosecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo. Los as pectos que dan lugar a los costos indirectos son los siguientes:

- a) Administración Central.- Dentro de la administración central podemos contar con los siguientes gastos más importantes:  
 Honorarios de Directivos y Ejecutivos.  
 Honorarios y Sueldos del personal administrativo.  
 Salarios del personal de servicio.

Seguro Social e impuesto sobre remuneraciones pagadas de todo el personal anterior.

Pasajes y viáticos del personal.

Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios, talleres, bodegas, etc.

Depreciación de muebles y enseres.

Depreciación, renta y operación de vehículos.

Servicios médicos de emergencia.

Gastos de oficina (papelería, útiles de escritorio, teléfono, luz, gas, mantenimiento, etc.)

Preparación de concursos.

Publicidad y promoción.

El monto de los gastos correspondientes a la administración central es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa. Se acostumbra expresarlo como un porcentaje que afecta al costo directo total de las obras que ejecuta la empresa en un período dado, razón por la cuál, este porcentaje debe ser calculado en base al costo directo total de cada obra. En forma estadística podemos afirmar que la administración central representa entre un 3% a un 8% del costo directo total de las obras de la empresa.

b) Administración en Obra.- Los conceptos que constituyen este grupo, los podemos desglosar en los siguientes aspectos:

- b.1.- Honorarios, sueldos y prestaciones.
- b.2.- Instalaciones y obras provisionales.
- b.3.- Transporte, fletes y acarreos.
- b.4.- Gastos de oficina.
- b.5.- Varios

De la lista de conceptos que intervienen en la administración en obra, deducimos que dicho factor de costos indirectos, presenta un rango de variación muy amplio, pudiendo indicarse que sus límites varían entre 5% al 20% del costo directo total de una obra.

c) Financiamiento.- El monto de los financiamientos dependerá, en cada caso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero del programa general de obra, y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

La manera conveniente de calcular el costo del financiamiento es apoyándose en un Flujo de Caja, en el cuál se registra en función del tiempo, el programa de egresos y recuperaciones esperado. Posteriormente, se obtienen las diferencias entre estos egresos e ingresos, se acumulan y se multiplican por la tasa de interés vigente en el momento de efectuar el análisis. El costo así obtenido, en relación al monto total de la obra, nos proporciona el porcentaje que por este concepto debe afectar los costos indirectos. NOTA: La tasa de interés vigente sólo se aplica durante el tiempo en que se tenga saldo acreedor.

d) Fianzas y Seguros.- Involucramos dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes.

e) Imprevistos.- Podemos anotar como causa de costos imprevistos a ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero-patronales, atraso en suministro de materiales, mano de obra y equipo; o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores u omisiones en presupuestos y programas, etc.

Podemos concluir que el porcentaje con que se expresa el efecto de los imprevistos dentro de los costos indirectos, depende del grado de incertidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

Utilidad.- La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo y de los costos indirectos; otros factores circunstanciales que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser: grado de dificultad técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que deba ejecutarse, magnitud de la obra, etc.

NOTA: La forma exacta de obtener el porcentaje de los costos indirectos, es llevando una contabilidad de todos los egresos realizados, tanto en los cargos directos como en los indirectos durante la realización de la obra; para posteriormente realizar el cociente de los costos indirectos entre los costos directos y el cociente obtenido será el porcentaje de indirectos buscado.

$$\% = \frac{\text{C.I.}}{\text{C.D.}} \times 100$$

Donde:

% = Porcentaje debido a los cargos indirectos.

C.I. = Total de Costos Indirectos (durante la realización de la obra).

C.D. = Total de Costos Directos (durante la realización de la obra).

Por lo tanto en base a lo anterior, para el análisis de los precios unitarios de la obra en cuestión, se considerarán los siguientes porcentajes de indirectos sobre los costos directos.

a) Administración Central: Se estima en un ..... 3%

b) Administración en obra:

b.1.- Honorarios, Sueldos y Prestaciones.

Duración de la Obra - 4 meses (25 días/mes ó 200 hr/mes)

Para esta obra se requiere del siguiente personal por honorarios y sueldos:

+ Residente = \$ 100,000 diarios (8 hr)----	\$ 10'000,000
+ Sobrestante = \$ 60,000 diarios (8 hr)---	\$ 6'000,000
+ Mecánico = \$ 52,000 diarios (8 hr) -----	\$ 5'200,000
+ Topógrafo = \$ 48,000 diarios (8 hr)-----	\$ 4'800,000
* Velador = \$ 19,000 diarios (8 hr) -----	\$ 1'900,000
Costo Total por Sueldos y Honorarios	= <u>\$ 27'900,000</u>

(No considerados en los costos directos durante la obra).

b.2.- Instalaciones y Obras Provisionales.

Caseta de lámina pintora y multipanel, desarmable; consta de 2 ventanas de 1.17 X 1.28 m de aluminio, una puerta estándar, de dos aguas, con dimensiones de 7.35 X 9.80 m = 72 m<sup>2</sup> - \$ 20'000,000 (Incluye materiales, transporte e instalación).

NOTA: Este costo se prorrateará en dos obras, por lo tanto el Costo Total por instalaciones y obras provisionales se reducirá en un 50%:  $\$ 20'000,000 \times 0.5 = \underline{\underline{\$ 10'000,000}}$

b.3.- Transporte, Fletes y Acarreos.

Se utilizarán dos camionetas pick-ups (Chevrolet 1500 -- Custom, 6 cilindros); para el uso del residente, sobrestante, mecánico, topógrafo y servicios de la obra en campo.

- Análisis del Costo Hora Máquina para la camioneta pick-up.

Máquina: Camioneta pick-up Custom Chevrolet 1500.

Modelo: 1989

Datos adicionales: 6 cilindros en L, con 110 HP netos y capacidad de carga de 1,500 kg.

Fecha de Cotización: 31/Marzo/89

**Datos Generales:**

Valor de Adquisición (Va) = \$25'000,000 - 4 (300,000)  
= \$23'800,000

Valor de rescate (Vr) = \$ 4'760,000

Vida económica (Ve) = \$ 11,000 hr.

Horas por año (Ha) = \$ 2,200 hr/año

Valor de llantas (VLL) = \$ 300,000/llanta

Tasa de interés anual (i) = 38%

Prima de Seguros (transporte - s) = 1%

Vida de las llantas (Hv) = 3,000 hr.

Motor: Gasolina de 110 HP

Factor de Almacenaje (KA) = 3%

Factor de Mantenimiento (Q) = 60%

Factor de Operación (Fo) = 0.70

**I.- Cargos Fijos:**

a).- Cargo por depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{23'800,000 - 4'760,000}{11,000} = \$ 1,731$$

b).- Cargo por inversión:

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} (i) = \frac{23'800,000 + 4'760,000}{4,400} (0.38) = \$ 2,467$$

c).- Cargo por mantenimiento:

$$M = QD = 0.60 (1,731) = \$ 1,039$$

d).- Cargo por Seguros:

$$S = \frac{Va+Vr}{2Ha} (s) = \frac{23'800,000 + 4'760,000}{4,400} (0.01) = \$ 65$$

e).- Cargo por Almacenaje:

$$A = KA D = 0.03 (1,731) = \$ 52$$

$$\text{Suma de los Cargos Fijos por Hora} = \underline{\underline{\$ 5,354}}$$

## II.- Cargos por Consumos

a).- Cargo por Combustible:

$$E = e Pc = (110 \text{ HP} \times 0.23 \text{ lt/HP por hr} \times 0.833 \times 0.70) \times 600 \\ = 8,852$$

b).- Cargo por lubricantes:

$$L = (a + a1) P1 \quad \text{Donde: Capacidad del Cárter (Cc)} \\ = 5 \text{ litros} \\ \text{Cambios de aceite (Hca)} \\ = 700 \text{ Hr.}$$

$$a = qa Fo HPnom$$

$$qa = 0.0031 \text{ Lt/HPop por lo tanto } a = 0.0031 \text{ Lt/HQop} \times 0.70 \\ \times 110 \text{ HQop} \\ a = 0.2387 \text{ Lt/Hr.}$$

$$a1 = \frac{Cc = 5 \text{ Lt}}{Hca \ 700 \text{ hr}} = 0.007 \text{ Lt/Hr.}$$

$$\text{de aquí que } L = (0.2387 + 0.007) 4,000 = \$ 983$$

- Para considerar el consumo por aceites de transmisión, se tomará en un 50% el cargo (L).

$$L' = \$ 983 (0.50) = \$ 492$$

c).- Cargo por Filtros, Grasas y Estopas:

$$FGE = 2L = \$ 2 (983) = \$ 1,966$$

d).- Cargo por otras Fuentes de Energía: No se considerará

e).- Cargo por Llantas

$$L1 = \frac{VL1}{Hv} = \frac{4 (300,000)}{3,000} = \$ 400$$

f).- Cargo por Piezas de Desgaste Rápido: No se considerará

$$\text{Suma de los Cargos por Consumos por Hora} = \underline{\underline{\$ 12,693}}$$

III.- Cargos por Operación No se considerarán

$$\text{Costo Directo Hora-Máquina (HMD)} = \underline{\underline{\$ 18,047}}$$

Costo Total por Transporte, Fletes y Acarreos

$$\begin{aligned} &= \$ 18,047/\text{hr} \times (200 \text{ hr/mes}) \\ &\quad \times (4 \text{ meses}) \\ &= 14'437,600 \times 2 (\text{vehículos}) \\ &= \underline{\underline{28'875,200}} \end{aligned}$$

b.4.- Gastos de Oficina.

Muebles de Oficina:

Máquina de escribir: \$1'000,000

Escritorio: \$1'000,000

Calculadora: \$1'200,000

Silla: \$400,000

Restirador: \$200,000

Papelería: \$800,000

$$\text{Costo Total por Gastos de Oficina} = \$4'600,000 (\text{Incluye transporte})$$

NOTA: Este costo se prorrateará en dos obras, por lo tanto -  
 el Costo Total por Gastos de Oficina se reducirá en un 50% :  
 $4'600,000 \times 0.5 = \underline{\underline{\$ 2'300,000}}$

b.5.- Varios. No se considerarán.

Por lo tanto el Total de Gastos por Administración de  
 obra, durante la realización de la misma es: \$ 69'075,200

Por lo tanto el porcentaje correspondiente a la adminis-  
 tración en obra es:

<u>Total de los Costos Indirectos por Administración de Obra</u>	=	69'075,200
Total de los costos Directos durante la obra	=	418'366,719
	=	0.1651
	=	<u>16.5 %</u>

El total de los Costos Directos durante la realización de la obra es el siguiente:

<u>Concepto</u>	<u>Suma de los Costos Directos</u>	<u>Cantidad de obra</u>	<u>Total</u>
- Desmante	\$ 160,539.94/Ha	14.6 Ha	\$ 2'343,883.12
- Excavación en corte en material "A"	\$ 496.82/m <sup>3</sup>	51,533 m <sup>3</sup>	\$ 25'602,625.06
- Excavación en corte en material "B":			
Ripper	\$ 557.52/m <sup>3</sup>	103,066 m <sup>3</sup>	\$ 57'461,356.32
Hoja recta	\$ 392.50/m <sup>3</sup>	171,777 m <sup>3</sup>	\$ 67'422,472.50
- Excavación en corte en material "C"			
Ripper	\$ 2,519.99/m <sup>3</sup>	17,178 m <sup>3</sup>	\$ 43'288,388.22
Hoja recta	\$ 588.74/m <sup>3</sup>	29,115 m <sup>3</sup>	\$ 17'141,165.10
- Excavaciones de <u>prés</u> tamos laterales			
Ripper	\$ 601.27/m <sup>3</sup>	29,710 m <sup>3</sup>	\$ 17'863,731.70
Hoja recta	\$ 348.88/m <sup>3</sup>	49,517 m <sup>3</sup>	\$ 17'275,490.96
- Formación de terraplenes	\$ 498.42/m <sup>3</sup>	152,222 m <sup>3</sup>	\$ 75'870,489.24
- Extracción de los materiales <u>aprovechables</u>	\$ 1,661.89/m <sup>3</sup>	17,520 m <sup>3</sup>	\$ 29'116,312.80
- Operación de <u>tendido</u> , conformación y afinamiento	\$ 72.36/m <sup>2</sup>	43,800 m <sup>2</sup>	\$ 3'169,368.00
- Acarreos de los mat. <u>selec.</u> 1er. Km.	\$ 1,537.10/m <sup>3</sup> 1er. Km.	* 17,520 m <sup>3</sup> 1er. Km.	\$ 26'929,992.00
- Acarreos de los mat. <u>selec.</u> Km. Subs.	\$ 796.38/m <sup>3</sup> Km-subs.	43,800 m <sup>3</sup> Km-subs.	\$ 34'881,444.00

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS DURANTE LA OBRA = \$ 418'366,719.00  
 =====

- c) Financiamiento: No se considerará, debido a que se desconocen los puntos siguientes:
- El capital en caja con el que se iniciará la obra.
  - Los plazos o programa de cobros (estimaciones - descuentos).
  - La tasa de interés vigente en el momento de realizar el análisis.
- d) Fianzas y Seguros: No se considerarán, debido a que generalmente, las compañías constructoras - no aseguran su maquinaria y equipo, --- pues se elevan demasiado los precios -- unitarios de los conceptos de obra, dado que las primas de los seguros y fianzas son muy altas.
- e) Imprevistos: No se considerarán, debido a que cuando se trabaja para una entidad gubernamental (como en este caso), éstas no aceptan que se incluyan los imprevistos en los conceptos de obra y/o precios unitarios. Generalmente se consideran dentro de los costos directos, sustituyendo gastos imprecisos de conceptos desconocidos por montos precisos de conceptos conocidos. Una forma de apreciar esto es con la inclusión - de la supervisión en obra, pues con ella es posible evitar los imprevistos que pudieran aparecer en la obra.

Por lo tanto el porcentaje total de los costos indirectos sobre los costos directos es el siguiente:

Administración Central	-	3.0 %
Administración en Obra	-	<u>16.5 %</u>
		<u>19.5 %</u>

Por último se considerará el 10% del costo total de la obra (CD + CI) como la utilidad.

Resumiendo:

El porcentaje que se aplicará a los costos directos para obtener el precio unitario, será el siguiente:

Costos directos		100.0 %
Costos Indirectos		<u>19.5 %</u>
Costo Total de la obra =		119.5 %
	Utilidad	<u>11.95%</u>
Factor Aplicable a los Costos Directos		<u>131.45%</u>

Costos Directos X Porcentaje ó Factor = Precio Unitario

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS DE OBRA.

CONCEPTO: Desmote para densidad cien por ciento (100%) de vegetación tipo monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales.

## Costos Directos:

Materiales.- No se requiere.

Mano de obra.- Se incluye en el costo horario de la máquina (dado que auxilian en las labores del tractor, se considera su rendimiento igual al de la máquina; 4 peones y un cabo).

Maquinaria.- Tractor Caterpillar D8N.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$ 250,442.30/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina:

RM = 1.56 Ha/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$ 250,442.30/hr}{1.56 \text{ Ha/hr}} = \$ 160,536.94/Ha.$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 160,539.94/Ha.

Factor Aplicable a los Costos Directos = 131.45%

PRECIO UNITARIO = 1.3145 X \$ 160,539.94/Ha. = \$ 211,029.75/Ha.  
 =====

CONCEPTO: Excavaciones en corte y adicionales abajo de la --  
subrasante en material "A".

Costos Directos:

Materiales.- No se requieren.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Tractor Caterpillar D8N con hoja recta.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$236,249.30/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina:

RM = 475.52 m<sup>3</sup>b/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$ 236,249.30/hr}{475.52 \text{ m}^3b/hr} = \$ 496.82/m^3b$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 496.82/m<sup>3</sup>b.

$$PRECIO UNITARIO = 1.3145 \times \$ 496.82/m^3b = \$ 653.07/m^3b$$

=====



CONCEPTO: Excavaciones en corte y adicionales abajo de la --  
subrasante en material "C".

Costos Directos:

Materiales.- No se requieren.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Tractor Caterpillar D8N con ripper de un zanco  
y hoja recta.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$ 236,249.30/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina con hoja recta:

RM = 401.28 m<sup>3</sup>s/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina con ripper:

RM = 93.75 m<sup>3</sup>b/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$(\text{ripper}) \text{ CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 236,249.30/\text{hr}}{93.75 \text{ m}^3\text{b}/\text{hr}} = \$ 2,519.99/\text{m}^3\text{b}.$$

$$(\text{hoja recta}) \text{ CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 236,249.30/\text{hr}}{401.28 \text{ m}^3\text{s}/\text{hr}} = \$ 588.74/\text{m}^3\text{s}.$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS: ripper = \$ 2,519.99/m<sup>3</sup>b  
hoja recta = \$ 588.74/m<sup>3</sup>s

PRECIO UNITARIO:

$$\text{Ripper} = 1.3145 \times \$ 2,519.99/\text{m}^3\text{b} = \$ 3,312.53 \text{ m}^3\text{b}$$

=====

$$\text{Hoja recta} = 1.3145 \times \$ 588.74/\text{m}^3\text{s} = \$ 773.89/\text{m}^3\text{s}$$

=====

CONCEPTO: Excavaciones de préstamos laterales dentro de la faja de veinte metros (20m), de ancho en material "B".

Costos Directos:

Materiales.- No se requiere de materiales.

Mano de obra.- No se requiere

Maquinaria.- Tractor Caterpillar DBN con ripper de un zanja y hoja recta.

Costo Horario Directo de la máquina:

$$\text{HMD} = \$ 236,249.30/\text{hr.}$$

Rendimiento Horario de la Máquina con ripper:

$$\text{RM} = 392.92 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Rendimiento Horario de la Máquina con hoja recta:

$$\text{RM} = 677.16 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo es:

$$(\text{ripper}) \text{ CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 236,249.30/\text{hr}}{392.92 \text{ m}^3/\text{hr}} = \$ 601.27/\text{m}^3\text{b.}$$

$$(\text{hoja recta}) \text{ CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 236,249.30/\text{hr}}{677.16 \text{ m}^3/\text{hr}} = \$ 348.88/\text{m}^3\text{s.}$$

$$\text{SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS:} \quad \text{ripper} = \$ 601.27/\text{m}^3\text{b.}$$

$$\quad \quad \quad \text{hoja recta} = \$ 348.88/\text{m}^3\text{s.}$$

PRECIO UNITARIO:

$$\text{Ripper} = 1.3145 \times \$ 601.27/\text{m}^3\text{b} = \$ 790.37/\text{m}^3\text{b.}$$

$$\text{Hoja recta} = 1.3145 \times \$ 348.88/\text{m}^3\text{s} = \$ 458.60/\text{m}^3\text{s.}$$

CONCEPTO: Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobre ancho, construidos con material no compactable.

Costos Directos:

Materiales.- No se requiere.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Tractor Caterpillar D8N con hoja recta.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$ 236,249.30/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina con hoja recta

RM = 474 m<sup>3</sup>/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$\text{(Hoja recta) CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 236,249.30/\text{hr}}{474 \text{ m}^3/\text{hr}} = \$ 498.42/\text{m}^3$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS: Hoja recta = \$ 498.42/m<sup>3</sup>

PRECIO UNITARIO:

$$\text{Hoja recta} = 1.3145 \times \$ 498.42/\text{m}^3 = \underline{\underline{\$ 655.17/\text{m}^3}}$$

CONCEPTO: Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios para materiales aprovechables (tendidos, conformados y afinados); utilizando equipo mecánico - en material "B".

Costos Directos:

Materiales.- No se requiere.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Traxcavo Caterpillar 963.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$ 127,616.46/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina::

RM = 76.79 m<sup>3</sup>b/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$ 127,616.46/hr}{76.79 \text{ m}^3\text{b/hr}} = \$ 1,661.89/\text{m}^3\text{b}.$$

$$SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 1,661.89/\text{m}^3\text{b}.$$

$$PRECIO UNITARIO = 1.3145 \times \$ 1,661.89/\text{m}^3\text{b} = \underline{\underline{\$ 2,184.56/\text{m}^3\text{b}}}.$$

CONCEPTO: Acarreo de los materiales seleccionados, medidos en el camellón, en los almacenamientos o en los vehículos de transporte para el 1er. Km.

Costos Directos:

Materiales.- No se requieren.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Camión de volteo FAMSA de 7 m<sup>3</sup>s de capacidad.

Costo Horario Directo del camión:

$$\text{HMD} = \$ 38,703.90/\text{hr.}$$

Rendimiento Horario del camión:

$$\text{RM} = 25.18 \text{ m}^3/\text{1er. Km/hr.}$$

Cargo Directo por camión del concepto de trabajo:

$$\text{CM} = \frac{\text{HMD}}{\text{RM}} = \frac{\$ 38,703.90/\text{hr}}{25.18 \text{ m}^3/\text{1er. Km/hr}} = \$ 1,537.10/\text{m}^3/\text{1er. Km.}$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 1,537.10/m<sup>3</sup> 1er. Km

$$\begin{aligned} \text{PRECIO UNITARIO} &= 1.3145 \times \$ 1,537.10/\text{m}^3/\text{1er. Km} \\ &= \$ 2,020.51/\text{m}^3/\text{1er. Km.} \\ &===== \end{aligned}$$

N O T A : El Rendimiento Horario del camión se obtuvo de la manera siguiente:

$$\frac{4.86 \text{ m}^3/\text{1er. Km/ciclo}}{9.65 \text{ min/ciclo}} = 0.5036 \text{ m}^3/\text{1er. Km/min.}$$

$$0.5036 \text{ m}^3/\text{1er. Km/min.} \times 50 \text{ min/hr} = 25.18 \text{ m}^3/\text{1er. Km/hr.}$$

CONCEPTO: Acarreo de los materiales seleccionados, medido en el camellón, en los almacenamientos o en los vehículos - de transporte para kilómetros subsecuentes.

Costos Directos:

Materiales.- No se requieren.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Camión de volteo FAMSA de 7 m<sup>3</sup>s. de capacidad.

Costo Horario Directo del camión:

HMD = \$ 38,703.90/hr.

RM = 48.6 m<sup>3</sup>b Kms-subs/hr.

Cargo Directo por camión del concepto de trabajo:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$38,703.90/hr}{48.6 \text{ m}^3\text{b Kms-subs/hr}} = \$ 796.38/\text{m}^3\text{b Kms-subs.}$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 796.38/m<sup>3</sup>b Kms-subs.

$$\begin{aligned} \text{PRECIO UNITARIO} &= 1.3145 \times \$796.38/\text{m}^3\text{b Kms-subs} \\ &= \$ 1,046.84/\text{m}^3\text{b Kms-subs.} \\ &===== \end{aligned}$$

CONCEPTO: Operación de tendido, conformación y afinamiento para dar el acabado superficial a máquina.

Costos Directos:

Materiales.- No se requieren.

Mano de obra.- No se requiere.

Maquinaria.- Motoconformadora Caterpillar 120G.

Costo Horario Directo de la máquina:

HMD = \$ 92,399.90/hr.

Rendimiento Horario de la Máquina:

RM = 1,277 m<sup>2</sup>/hr.

Cargo Directo por maquinaria del concepto de trabajo:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$ 92,399.90/hr}{1,277 \text{ m}^2/hr} = \$ 72.36/m^2$$

SUMA DE LOS COSTOS DIRECTOS = \$ 72.36/m<sup>2</sup>.

$$PRECIO UNITARIO = 1.3145 \times \$ 72.36/m^2 = \$ 95.12/m^2$$

=====

## RESUMEN DEL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS DE OBRA.

CONCEPTO DE OBRA	CANTIDAD DE OBRA	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
* Desmante	14.6 Ha.	\$ 211,029.75/ha.	\$3'081,034.35
* Excavaciones en Corte en Mat. "A"	51,533 m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$ 653.07/m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$33'654,656.31
* Excavaciones en Corte en Mat. "B"			
ripper	103,066 m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$ 732.86/m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$75'532,948.76
Hoja recta	171,777 m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$ 515.94/m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$88'626,625.38
* Excavaciones en Corte en Mat. "C"			
ripper	17,178 m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$3312.53/m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$56'902,640.34
hoja recta	29,115 m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$ 773.89/m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$22'531,807.35
* Excavaciones de Préstamos laterales en Mat. "B"			
ripper	29,710 m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$ 790.37/m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$23'481,892.70
hoja recta	49,517 m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$ 458.60/m <sup>3</sup> <sub>s</sub>	\$22'708,496.20
* Formación de terraplenes con material no compactable.	152,222 m <sup>3</sup>	\$ 655.17/m <sup>3</sup>	\$99'731,287.74
* Extracción de los materiales aprovechables en material "B"	17,520 m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$2184.56/m <sup>3</sup> <sub>b</sub>	\$38'273,491.20
* Operación de tendido, con formación y afinamiento	43,800 m <sup>2</sup>	\$ 95.12/m <sup>2</sup>	\$ 4'166,256.00
* Acarreos de los materiales seleccionados en el 1er Km.	17,520 m <sup>3</sup> <sub>b</sub> 1er Km.	\$2020.51/m <sup>3</sup> <sub>b</sub> 1erKm	\$35'399,335.20
* Acarreos de los materiales seleccionados en los Kms. subs.	43,800 m <sup>3</sup> <sub>b</sub> Kms. subs.	\$1046.84/m <sup>3</sup> <sub>b</sub> Kms subs.	\$45'851,592.00

COSTO TOTAL DE OBRA =

\$ 549'942,063.50

C O N C L U S I O N E S

## CONCLUSIONES.

Los grandes avances tecnológicos con que contamos hoy, han hecho posible el uso de maquinaria más eficiente, que practicamente puede realizar cualquier tipo de trabajo, logrando con -- ello aumentar su capacidad productiva. Por ésto, es conveniente que el constructor de caminos rurales conozca adecuadamente el origen y los avances del equipo de construcción pesada; así como los diferentes tipos de máquinas existentes para la ejecución de las diversas labores que comprenden una obra, siendo -- que con este conocimiento se obtendrán mejores resultados, al -- aprovechar sus características más importantes, aunado a su máximo rendimiento.

Por otra parte, el constructor debe reconocer los factores que en un momento determinado afectan la producción del equipo, entre los cuales destacan:

- Las características del mismo.
- Su estado físico.- Cuando una máquina se encuentra bajo - un mantenimiento adecuado, ésta siempre estará lista para su la - bor. Debemos tener presente que los costos por mantenimiento - siempre serán menores que los originados por reparaciones y re- - trazos de obra.
- La habilidad y experiencia del operador.- El operador del - equipo es un factor muy importante en la producción de una má - quina, ya que de él depende el buen funcionamiento de la misma. Aunado a su experiencia, un operador capacitado jamás expondrá su máquina, a la gente y al equipo que trabaja junto a él; ade- - más si es habilidoso los rendimientos que obtendrá serán altos, por lo que podemos afirmar que él es un elemento importante en la producción y reducción de los costos.
- Las condiciones físicas y climatológicas del frente de tra

bajo. Juegan un papel considerable, dado que de no tomarse en cuenta, es muy probable que los costos y la duración de la obra se incrementen debido a los bajos rendimientos del equipo.

La obtención de un costo hora máquina, no es una labor fácil, ya que intervienen diferentes factores, criterios y/o métodos para el cálculo de los mismos. Aunque al final dos costos hora máquina pudieran ser semejantes, no lo son si se han manejado criterios diferentes. Por ejemplo: mientras que para un constructor pudiera ser más importante obtener del equipo - el mayor rendimiento posible, a un bajo costo y a costa de la reducción de la vida útil del mismo; para otro, podría ser más importante el cuidado de su máquina que el costo mínimo, alargando así la vida útil de la misma pero a costa de una menor producción.

Así mismo el fabricante de maquinaria pesada, siempre da en sus manuales, rendimientos altos y bajos costos por mantenimiento (en condiciones ideales de operación); a su vez el constructor será conservador y utilizará rendimientos menores y -- gastos por mantenimiento de acuerdo a las condiciones reales - de su obra. Además el fabricante de maquinaria, ha realizado un sin número de pruebas e investigaciones con el equipo (bajo diferentes condiciones de operación), lo que le ha permitido - establecer métodos bastante aceptables para la obtención de -- los rendimientos y costos hora máquina, que al utilizarse cuidadosamente se obtendrán resultados satisfactorios. A falta - de estos estudios el constructor se apoyará más en su experiencia.

Por lo tanto, la utilización de un cierto criterio o método, dependerá de los intereses y objetivos que el analista de los costos persiga; sin embargo, siempre se obtendrán los costos hora máquina más reales, cuando se consideren los diversos factores (físicos y económicos) que intervienen en cada obra.

De la misma manera, los criterios de utilización del equipo dependen de: El tipo de obra (topografía, volúmenes de obra y clasificación del material), del tipo de equipo con que se cuenta y del tiempo de realización de la misma. Con estos puntos podremos obtener los rendimientos del equipo, las necesidades de horas-máquina para la ejecución del trabajo y la calendarización de la obra.

Así como los costos hora máquina y el rendimiento del --- equipo son importantes en el abatimiento de los precios unitarios, dado que principalmente la maquinaria es el cargo que -- más directamente interviene en la realización de aquellos (en obras como lo son los caminos). Los precios unitarios son el resultado del previo análisis de todos los elementos, equipos y criterios que intervienen en una obra; teniendo presente que con el mejor conocimiento de éstos y de los costos hora máquina, será posible abatir y reflejar fielmente todos los gastos realizados para la obtención de los mismos.

Es importante que la planeación (organización y ordena -- miento de los sucesos en el tiempo y espacio), como una activi -- dad del Ingeniero Civil, esté presente en todas y cada una de las acciones que éste realice; la planeación es considerada co -- mo un proceso documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible. Además, la planeación puede asociarse a un marco de referencia, es decir, podemos planear desde el procedimien -- to constructivo, la compra y uso del equipo, la contratación y desempeño de la mano de obra, hasta el aprovisionamiento de -- los materiales. En nuestro caso la planeación se enmarca en -- un procedimiento constructivo, particularmente en la organiza -- ción del equipo y la mano de obra (desde un punto de vista téc -- nico), considerando siempre las necesidades que se presenten -- dentro de la obra y la labor de cada uno de los elementos que intervienen en ésta.

Resumiendo, para obtener una visión amplia y adecuada de la utilización del equipo disponible, así como de su influencia económica en la construcción de caminos rurales, es indispensable considerar los puntos siguientes:

- a) Las características técnicas y físicas de la obra.
- b) Las características del equipo y su criterio de utilización.
- c) Los criterios y/o métodos para la obtención de los costos hora máquina y los precios unitarios.
- d) La planeación del equipo y mano de obra.

Con estos puntos, utilizados correcta o incorrectamente, se obtendrá el éxito o el fracaso de la obra. Por lo que la planeación del equipo pesado en la construcción de caminos rurales (que es el título del presente trabajo) es de suma importancia, dado que con ella será posible optimizar recursos, -- tiempos y costos.

S E C C I O N  
D E  
T A B L A S



NOTA: Los cambios de lubricante indicados son para las máquinas 627E, 637E y 657E de los motores, incluyendo el motor del tractor y de la máquina.

Modelo	Carter		Transmisión		Mandos Finales		Controles Hidráulicos		Cambio de Lubricante*	Conectores de engrase**
	Gal. Litros E.U.A.									
<b>600</b>										
613C	5.1	.013	0.76	.007	0.16	.004	0.49	.013	12	6840
615	0.94	.025	0.35	.009	0.30	.008	0.78	.020	12	7560
621E	1.35	.036	0.83	.022	0.79	.021	0.55	.014	12	2569
623E	1.36	.036	0.83	.022	0.79	.021	0.55	.014	12	6785
627E	2.19	.058	1.55	.041	1.04	.027	0.99	.017	21	2861
631E	1.82	.048	1.27	.033	0.92	.024	0.85	.022	12	717
637E	2.90	.077	1.85	.049	1.64	.043	0.85	.022	22	717
651E	2.72	.072	1.36	.038	0.98	.026	0.94	.025	12	1568
657E	4.54	.120	2.57	.068	1.82	.048	0.94	.025	24	1584
<b>700</b>										
768C, 769C	1.82	.048	1.66	.041	0.83	.022	0.54	.013	14	803
772B, 773B	2.72	.072	1.82	.043	1.55	.041	0.54	.014	14	803
776B, 777B	2.84	.075	2.42	.064	3.46	.091	0.83	.022	16	1036
785									16	1056
789										
D25C	1.36	.036	0.34	.010	1.36	.036	1.00	.027	13	2248
D30C									13	2248
D35C	1.36	.036	0.34	.010	1.36	.036	1.00	.027	13	2248
D35HP	1.20	.032	1.00	.027	0.34	.010	1.00	.027	13	2248
D44	1.80	.048	1.00	.027	0.34	.010	2.42	.064	13	3448
D250B									13	3486
D300B									13	
D350C	1.36	.036	0.34	.010	1.36	.036	1.00	.027	13	3260
D400	1.20	.032	1.00	.027	0.34	.010	1.00	.027	13	3568
D550	1.80	.048	1.00	.027	0.34	.010	2.46	.065	13	3536
<b>800</b>										
816B	1.13	.030	0.60	.018	0.51	.013	0.43	.011	12	192
815B	1.13	.030	0.60	.016	0.51	.013	0.43	.011	12	192
816B	1.13	.030	0.60	.018	0.51	.013	0.43	.011	12	192
824C	1.13	.030	0.60	.016	0.73	.018	0.43	.011	12	200
825C	1.13	.030	0.60	.018	0.96	.025	0.43	.011	12	200
826C	1.13	.030	0.60	.016	0.96	.025	0.43	.011	12	200
834B	1.66	.044	1.02	.027	1.02	.027	1.21	.032	12	318
<b>900</b>										
910 (3A-3R)	0.48	.012	0.11	.003	0.15	.004	0.15	.004	14	382
916	0.76	.020	0.25	.007	0.21	.005	0.26	.007	14	442
926	0.76	.020	0.25	.007	0.21	.005	0.26	.007	12	444
936	0.90	.024	0.38	.010	0.27	.007	0.38	.010	12	384
950B	0.90	.024	0.34	.009	0.34	.009	0.42	.011	12	452
966D	1.13	.030	0.45	.012	0.50	.013	0.70	.018	12	452
980C	1.13	.030	0.62	.018	0.84	.022	0.62	.018	12	802
200D	1.62	.046	0.66	.017	1.02	.027	1.47	.039	12	410
892C	2.87	.076	1.36	.038	1.91	.050	2.70	.071	12	3656
<b>900</b>										
931B (3A-3R)	0.48	.012	0.14	.004	0.03	.002	0.28	.007	14	448
943	0.60	.016	0.13	.003	0.09	.002	0.28	.007	11	324
953	0.60	.016	0.21	.005	0.15	.004	0.28	.007	11	324
963	0.75	.020	0.31	.008	0.11	.003	0.40	.010	11	244
973	0.98	.028	0.36	.009	0.13	.003	0.36	.009	11	354

\*Cantidad de cambios de lubricante (carter, transmisión, mandos finales e hidráulicos) en un periodo de 2000 horas. El total puede variar según el contenido de sulfuro del combustible local. Consulte con la Guía de Lubricación y Conservación.

\*\* Los números se refieren a la cantidad de conectores de engrase que se pueden tener durante un periodo de 2000 horas. El total puede variar según el equipo de la máquina.

## LOCALES DE LOS FILTROS

## COSTOS POR HORA

Los costos de los filtros por hora aproximados que aparecen a la derecha se determinan utilizando la siguiente fórmula.

Filtros	Intervalos		No de Filtros/		Costo Total
	Cambio* 250 hr	de Filtros	Costo** \$	2000 horas	
Motor	500	.....	.....	.....	.....
Transmisión	500	.....	.....	.....	.....
Hidráulico	500	.....	.....	.....	.....
Combustible — primario	2000	.....	.....	.....	.....
— final	500	.....	.....	.....	.....
Aire — primario	2000	.....	.....	.....	.....
— secundario	1000	.....	.....	.....	.....
Costo Total US \$					.....
+ 2000 hr = US \$					.....
Costo de Filtro por Hora					.....

\* El intervalo de cambio recomendado puede variar con la máquina y el con tenido de aceite del combustible diésel. Consulte siempre la Guía de Lubricación y Conservación.

\*\* Costo de filtro utilizado es el sugerido por la lista de precios del consumidor. Para las excavadoras, tractores, la chuladrina 613C y los Lemmer 765 y 783 calculamos un promedio de \$6.50 por filtro.

NOTA: Los costos de filtro por hora estimados que aparecen a la derecha no incluyen la mano de obra. Para determinar la mano de obra se puede aplicar la tarifa de mano de obra horaria durante 5 minutos por cada cambio de filtro. Por ejemplo, si la tarifa de mano de obra es de US\$20 por hora, el costo de mano de obra por el cambio de filtro será de US\$1.66.

SA = AE  
FS = PF

Modelo	Costo Horario Aprox. del Filtro	Filtros	Modelo	Costo Horario Aprox. del Filtro	Filtros
<b>1-11</b>			<b>600</b>		
D3B (3F-3R)	08	23	613C	12	31
D4E	09	23	615	12	27
D4H	12	27	621E	16	28
D5B	11	26	623E	10	28
D5M	12	27	627E	26	47
D6D	12	27	631E	25	40
D6H	12	27	637E	34	59
D7C	12	27	651E	27	44
D7H	09	23	657E	52	80
D8L	22	32	<b>700</b>		
D9L	22	32	768C, 769C	25	44
D11N	32	43	772B, 773B	26	44
<b>12-20</b>			776B, 777B	30	62
120B	—	—	785	23	70
140B	—	—	789	39	70
120G	10	27	<b>VOLQUETES</b>		
130G	11	27	<b>ARTICULADOS</b>		
12G	09	23	D25C	16	52
140G	11	27	D30C	16	52
14G	12	27	D35C	16	52
16G	14	27	D35HP	24	40
<b>200</b>			D44	25	35
205 LC	06	19	D250C	—	—
206	06	19	D300B	—	—
211 & 211 LC	06	19	D350C	16	52
212	06	19	D490	24	40
213 & 213 LC	07	21	D550	25	35
214	07	21	<b>800</b>		
215B LC &			814B, 815B		
215B SA	06	19	816B	13	28
224	07	21	824C, 826C	16	28
225B LC & SA	09	19	825C	23	28
227	12	20	834B	24	36
235B & FS	10	19	<b>900</b>		
245 & FS	13	19	910 (3A 3R)	06	19
<b>500</b>			916	11	35
518 cable y garfios	09	24	928	11	35
528 cable y garfios	10	24	936	14	31
<b>550</b>			950B	11	24
561B	07	15	966D	17	56
571G	10	23	960C	21	40
572G	11	27	988R	24	36
583K	17	39	992C	35	47
589	26	43	<b>900</b>		
591*	—	—	911B (3A 3R)	08	23
			943	10	20
			953	09	20
			963	09	19
			973	09	20

**INSTRUCCIONES** — Para estimar los costos por hora de reparación, utilice la tabla correspondiente a la máquina en cuestión y determine el factor básico según las condiciones de trabajo aplicables. Las zonas sobre las condiciones de operación en cada barra son las siguientes:



dichas zonas relativas a las condiciones de operación, se adaptan generalmente a las definiciones dadas en la sección sobre depreciación. Si una máquina se va a utilizar por más de 10,000 horas, aplique el multiplicador de duración prolongada en el período en cuestión.

900



**Distribución del Costo**  
60% Piezas  
40% Mano de obra

**Multiplicadores de Duración Prolongada**  
0 a 10,000 horas 1,0  
0 a 15,000 horas 1,10  
0 a 20,000 1,30

Incluye el cargador de ruedas básico equipado con cabina ROPS y cucharón de empleo general (el 988 y el 992 con cucharón para roca de diseño en "V" al frente).

Nota: Las barras correspondientes al 936 son estimaciones.

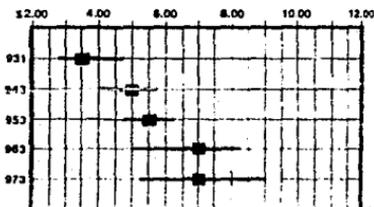
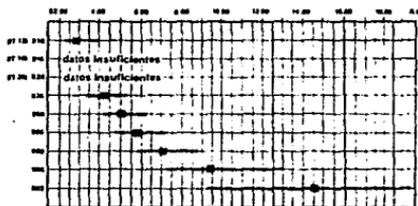


**Distribución del Costo**  
55% Piezas  
45% Mano de obra



**Multiplicadores de Duración Prolongada**  
0 a 10,000 horas 1,0  
0 a 15,000 horas 1,13

Incluye el tractor básico equipado con techo ROPS y cucharón de Uso General.



1-11



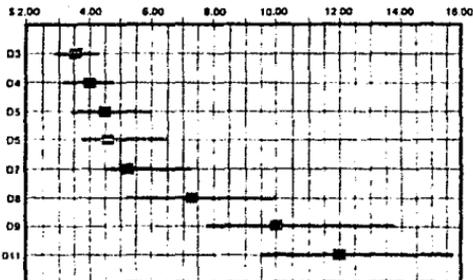
## Distribución del costo

D3 a D7	— 60% Piezas	0 a 10.000 horas	1,0
	40% Mano de obra	0 a 15.000 horas	1,1
D8 a D11	— 65% Piezas	0 a 20.000 horas	1,3
	35% Mano de obra		

## Multiplicadores de Duración Prolongada

Se incluye el tractor básico equipado con techo ROPS, hoja recla y control hidráulico.

Nota: El tiempo de reparación puede ser menor en los D8L, D9L y D10 debido al diseño modular de los componentes del tren de fuerza.



12-20

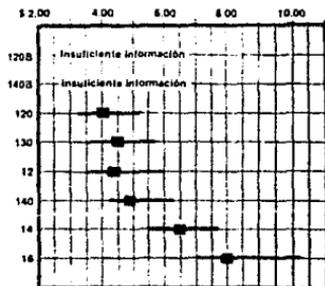


## Distribución del Costo

	55% Piezas	0 a 10.000 horas	1,0
	45% Mano de obra	0 a 15.000 horas	1,06
		0 a 20.000 horas	1,21

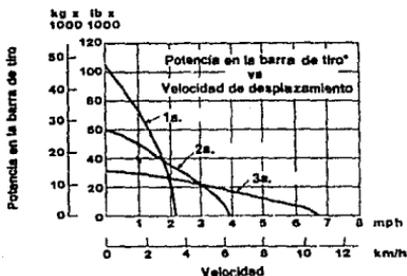
## Multiplicadores de Duración Prolongada

Incluye motoniveladora básica equipada con cabina ROPS



## CAPITULO IV

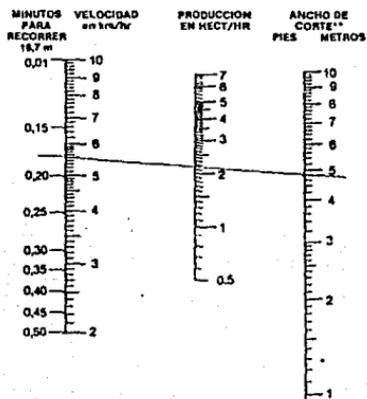
## DESMONTE



\*La potencia utilizable depende en el peso y la tracción del tractor.

Con los siguientes nomogramas — basados en una eficiencia del 82,5% — sabiendo la velocidad y el ancho de corte en unidades métricas o inglesas, se halla la producción en hect/h en acres/h.

## SISTEMA MÉTRICO

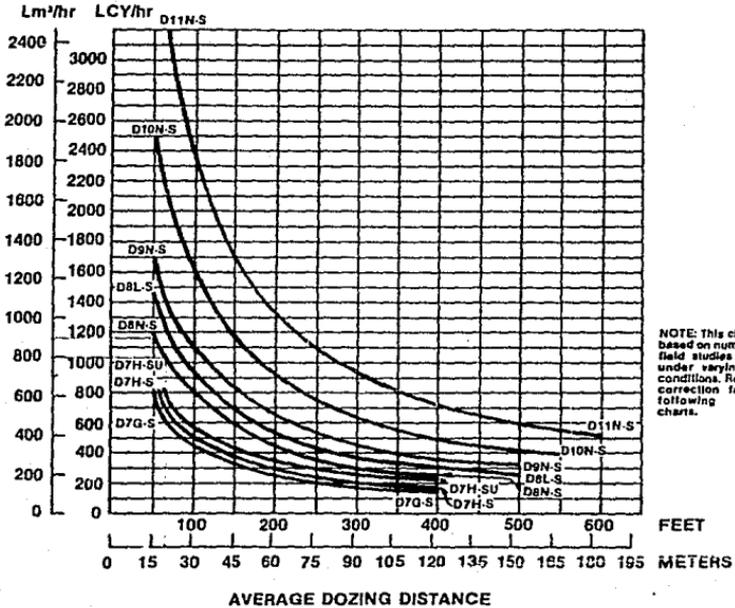


\*Con eficiencia del 82,5%

\*\* Cuando el ancho de corte es mayor de 10 m, utilice un múltiplo del ancho del corte, y aumente en la misma proporción el rendimiento.

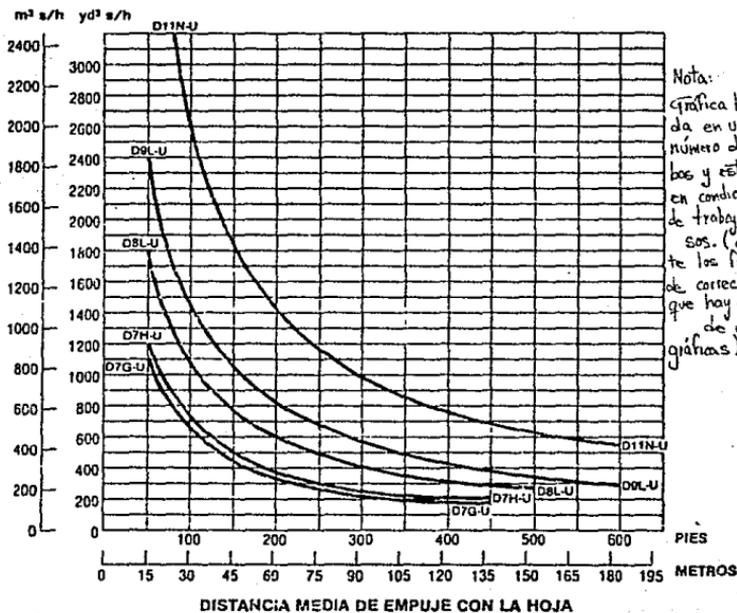
EXCAVACION EN MATERIALES "A", "B" y "C" PRESTAMOS,  
LATERALES Y FORMACION DE TERRAPLENES

ESTIMATED DOZING PRODUCTION • Straight Blades • D7G through D11N



PRODUCCION ESTIMADA • Con hoja universal

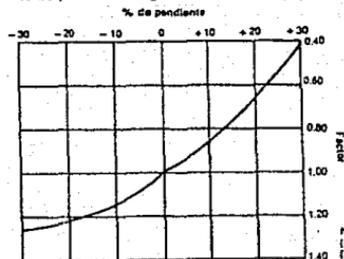
• D7G al D11N



**FACTORES DE CORRECCION SEGUN LAS  
CONDICIONES DEL TRABAJO**

	TRACTOR DE CADENAS	TRACTOR DE RUEDAS
<b>OPERADOR:</b>		
Excelente	1,00	1,00
Bueno	0,75	0,60
Deficiente	0,60	0,50
<b>MATERIAL:</b>		
Suelto y amontonado	1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado:		
con cilindro de inclin. lateral	0,80	0,75
sin cilindro de inclin. lateral	0,70	—
hoja con control de cable	0,60	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, no cohesivo) o material muy pegajoso.	0,80	0,60
Rocas desgarradas o de voladura	0,60-0,80	—
<b>EMPUJE POR METODO DE ZANJA CON DOS TRACTORES JUNTOS</b>	1,15-1,25	1,15-1,25
<b>VISIBILIDAD:</b>		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, obscur.	0,80	0,70
<b>EFICIENCIA DEL TRABAJO:</b>		
50 min/h	0,84	0,84
40 min/h	0,67	0,67
<b>TRANSMISION DIRECTA: (tiempo fijo de 0,1 min.)</b>	0,80	—
<b>HOJAS:</b>		
De giro horizontal (A)	0,50-0,75	—
Hoja amortiguadora (C)	0,50-0,75	0,50-0,75
D5 de entrela estrecha	0,80	—
Hoja U para mat. liviano (carbón)	1,20	1,20
<b>PENDIENTES: Vea gráfica sig.</b>		

\*Nota: Las hojas de giro horiz. y las amortiguadoras no se consideran herramientas de producción. Según las condiciones del trabajo, la hoja A y la C producen como término medio del 50 al 75% de una hoja recta.

**% de pendiente según el factor de empuje**


NOTA:  
(-) Favorable  
(+) Desfavorable

MATERIAL	SUELTC		EN BANCO		FACTORES VOLUMET
	kg/m <sup>3</sup>	lb/yd <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	lb/yd <sup>3</sup>	
Basalto .....	1960	3300	2970	5000	.67
Bauxita .....	1420	2400	1900	3200	.75
Caliche .....	1250	2100	2200	3800	.55
Canchales, mineral de uranio .....	1630	2750	2200	3700	.74
Ceniza .....	560	950	850	1450	.66
Arcilla: en su fecho natural .....	1660	2800	2020	3400	.82
seca .....	1480	2500	1840	3100	.81
mojada .....	1600	2800	2080	3500	.80
Arcilla y grava: secas .....	1420	2400	1660	2800	.85
mojadas .....	1540	2800	1840	3100	.85
Carbon: antracita en bruto .....	1190	2000	1600	2700	.74
lavada .....	1100	1850	1500	2500	.74
ceniza, carbon bituminoso .....	530-850	900-1100	590-890	1000-1500	.93
bituminoso en bruto .....	950	1600	1200	2150	.74
lavado .....	830	1400	—	—	.74
Roca descompuesta:					
75% roca; 25% tierra .....	1960	3300	2790	4700	.70
50% roca; 50% tierra .....	1720	2900	2280	3850	.75
25% roca; 75% tierra .....	1570	2650	1960	3300	.80
Tierra: Aplisonada y seca .....	1510	2550	1900	3200	.80
Excavada y mojada .....	1600	2700	2020	3400	.79
Marga .....	1250	2100	1540	2600	.81
Granito fragmentado .....	1660	2800	2730	4600	.61
Grava: Como sala de cantera .....	1930	3250	2170	3650	.89
seca .....	1510	2550	1690	2850	.89
seca, de 1/4" a 2" (6 a 51 mm) .....	1690	2850	1900	3200	.89
Mojada de 1/4" a 2" (6 a 51 mm) .....	2020	3400	2260	3800	.89
Yeso: Fragmentado .....	1810	3050	3170	5350	.57
Triturado .....	1600	2700	2790	4700	.57
Hematita, mineral de hierro .....	1810-2450	4000-5400	2130-2900	4700-6400	.85
Piedra caliza: fragmentada .....	1540	2600	2610	4400	.59
triturada .....	1540	2600	—	—	—
Magnetita, mineral de hierro .....	2790	4700	3260	5500	.85
Pirita, mineral de hierro .....	2580	4350	3030	5100	.85
Arena: Seca y suelta .....	1420	2400	1600	2700	.89
Húmeda .....	1690	2850	1900	3200	.89
Mojada .....	1840	3100	2080	3500	.89
Arena y Arcilla: suelta .....	1600	2700	2020	3400	.79
compactada .....	2400	4050	—	—	—
Arena y grava: seca .....	1720	2900	1930	3250	.89
mojada .....	2020	3400	2230	3750	.91
Arenisca .....	1510	2550	2520	4250	.60
Esquistos .....	1250	2100	1660	2800	.75
Escofias fragmentadas .....	1750	2950	2940	4950	.60
Nieve - seca .....	130	220	—	—	—
mojada .....	520	840	—	—	—
Piedra triturada .....	1600	2700	2670	4500	.80
Tacóns .....	1630-1900	3600-4200	2360-2700	5200-6100	.58
Tierra vegetal .....	950	1600	1370	2300	.70
Roca trapeana fragmentada .....	1750	2950	2610	4400	.67

## EXTRACCIÓN DE MATERIALES APROVECHABLES

## FACTORES DE ACARREO DEL CUCHARON

<b>Material suelto:</b>	<b>Factor</b>
Agregados húmedos mezclados	95 al 100%
Agregados uniformes hasta de 1/8" (3 mm)	95 al 100%
1/8" a 3/8" (3 a 9 mm)	90 al 95%
1/2" a 3/4" (12 a 20 mm)	85 al 90%
1" (24 mm) y más	85 al 90%
<b>Voladura (ocas)</b>	
buena	80 al 95%
media	75 al 90%
mala	60 al 75%
<b>Otros</b>	
Mezclas de roca y tierra	100 al 120%
Marga húmeda	100 al 110%
Bueto vegetal, piedras, raíces	80 al 100%
Materiales cementados	65 al 95%

Los factores de conversión pueden ser afectados por la penetración del cucharón, la fuerza de desprendimiento, el ángulo de inclinación hacia atrás, el perfil del cucharón y las herramientas de corte tales como dientes de cucharón o cuchillas atornillables reemplazables.

## ESTIMACION DEL TIEMPO DE CICLO

Para hallar el número de cargas por hora de un cargador de cadenas, hay que determinar el tiempo del ciclo, que es el total de los siguientes tiempos parciales:

Tiempo de carga + Tiempo en maniobras + Tiempo de viaje + Tiempo en descarga.

## Tiempo de carga:

Materiai	Minutos
Agregados uniformes	0,03 a 0,05
Agregados húmedos mezclados	0,04 a 0,06
Marga húmeda	0,05 a 0,07
Tierra vegetal, piedras, raíces	0,05 a 0,20
Materiais cementadas	0,10 a 0,20

**Tiempo en maniobras.** Incluye el de recorrido básico, los cuatro cambios de sentido de marcha, y los virajes. Es de unos 0,22 min. a plena marcha, y el operador es competente.

**Tiempo de viaje.** En operación de carga y acarreo, consta del tiempo de acarreo y el de retorno. Se puede obtener de las tablas de viaje de esta sección.

**Tiempo en descarga.** Depende del tamaño y resistencia del vehículo o tolva en que se vacía, y varía de 0,00 a 0,10 min. Los tiempos típicos de descarga en camiones para carretera son de 0,04 a 0,07 min.

## GRAFICAS DEL TIEMPO DE RECORRIDO

### Condiciones

1. Sin pendientes.
2. La velocidad con carga o sin ella es prácticamente igual.
3. La posición del cucharón es constante en el recorrido.
4. No se incluye la porción de tiempo en recorrido que se haga en las maniobras.
5. El tiempo de aceleración se considera en el tiempo de maniobras.

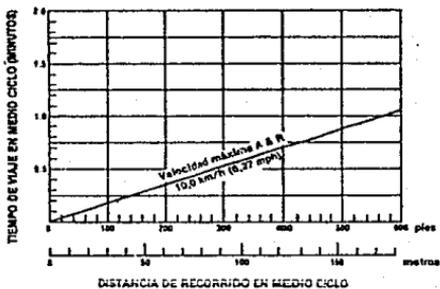
Para calcular el tiempo de recorrido de los modelos con transmisión hidrostática y motor atrás.

Tiempo de recorrido (en minutos)

$$\text{Métrico} = \frac{\text{metros recorridos}}{\text{velocidad en km/h} \times 16.67}$$

$$\text{Inglés} = \frac{\text{pies recorridos}}{\text{velocidad en mph} \times 88}$$

963



931B



## ACARREO DE MATERIALES SELECCIONADOS

## FACTORES DE RESISTENCIA A LA RODADURA EN CAMINOS DE CONDICIONES TÍPICAS

TERRENO	kg/l	lt/ton	Equival. en % Inclinac.
Camino estabilizado, pavimentado, duro y lizo que no ceda bajo el peso, regado y conservado	20	40	2%
Camino firme y lizo, de tierra o con revestimiento ligero, que cede un poco bajo la carga. Reparado con bastante regularidad, y regado	32,5	65	3%
Nieve compacta	25	50	2,5%
suella	45	90	4,5%
Camino de tierra, con surcos, que cede bajo la carga, se repara muy poco o nada, y no se riega. Los neumáticos penetrarán 1" (25 mm), o más.	50	100	5%
Camino de tierra con surcos, blando, sin estabilizar y que no se repara. Penetración de 4" a 6" (100 a 150 mm)	75	150	7,5%
Arena o grava suelta	100	200	10%
Camino blando y fangoso con surcos, no se repara	200 a 400	400	10-20%

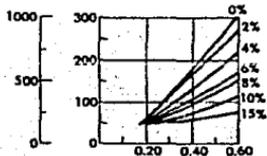
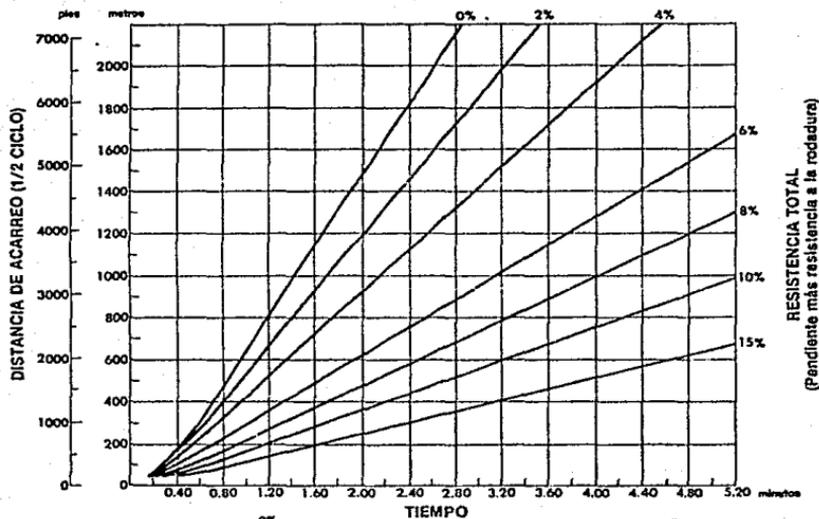
## RESISTENCIA DE DIVERSOS TERRENOS

MATERIA	RESISTENCIA			
	Bar	lb/ in²	Metric Tm²	U.S. ton/ pla'
Roca (semi-fragmentada)	4,8	70	50	5
Roca entera	24,1	350	240	24
Arcilla seca	3,8	65	40	4
seca a medias	1,9	27	20	2
arcilla blanda	1,0	14	10	1
Grava cementada	7,6	110	80	8
Arena compacta y seca	3,8	65	40	4
Limpia y seca	1,9	27	20	2
Arena mojada, y terreno de aluvión	0,5	7	5	0,5

## COEFICIENTES APROXIMADOS DE LOS FACTORES DE TRACCION O AGARRO EN EL SUELO

MATERIA	FACTORES DE TRACCION O AGARRO		
	Ruedas con Neumáticos		Cadenas
	Neumáticos	Sin Tacones	
Hormigón	,90	,45	,45
Marga arcillosa, seca	,55	,70	,30
Marga arcillosa, mojada	,45	,55	,70
Marga arcillosa con surcos	,40	,55	,70
Arena seca	,20	,25	,30
Arena mojada	,40	,45	,50
Cantares	,55	,70	,55
Camino de grava suelta	,36	,40	,50
Nieve compacta	,20	,25	,27
Hielo	,12	,10	,12
Zapatas semicaladas			
Tierra firme	,55	,75	,90
Tierra floja	,45	,50	,60
Carbón amontonado	,45	,50	,60

NOTA: El diseño de los tractors de cadenas con rueda motriz elevada (D11N, D8L y D9L) y tren de rodaje flexible, tienen un 15% más de tracción que los tractors de cadenas de tren de rodaje rígido.

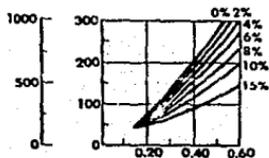
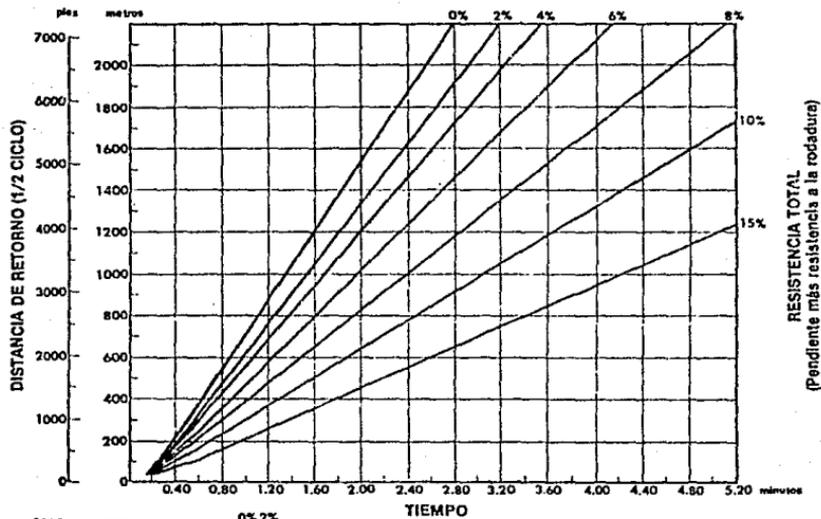


### Camión Volteo "Cargado"

Peso del vehículo vacío: 14 670 kg (32,340 lb).

Carga útil: 11 975 kg — 8,6 m<sup>3</sup>b (26,400 lb — 8,7 yd<sup>3</sup>b).

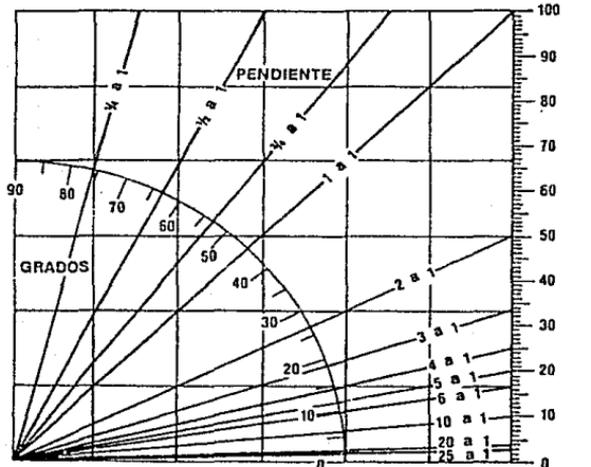
RESISTENCIA TOTAL  
(Pendiente más resistencia a la rodadura)



Camión Votico "Vacio"

Peso del vehículo vacío: 14 670 kg (32 340 lb).

TABLA DE COMPARACIÓN DE  
GRADOS — PORCENTAJE — PENDIENTE



EQUIVALENCIAS ENTRE  
GRADOS Y  
PORCENTAJES

Pendientes en Grados	Pendientes en Porcentaje
1	1,8
2	3,5
3	5,2
4	7,0
5	8,8
6	10,5
7	12,3
8	14,0
9	15,8
10	17,6
11	19,4
12	21,3
13	23,1
14	24,9
15	26,8
16	28,7
17	30,6
18	32,5
19	34,4
20	36,4
21	38,4
22	40,4
23	42,4
24	44,5
25	46,6
26	48,8
27	51,0
28	53,2
29	55,4
30	57,7
31	60,0
32	62,5
33	64,9
34	67,4
35	70,0
36	72,7
37	75,4
38	78,1
39	81,0
40	83,9
41	86,9
42	90,0
43	93,3
44	96,6
45	100,0

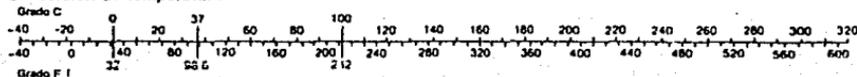
## TABLAS COMPLEMENTARIAS

## FACTORES DE CONVERSION

Multiplicar las Unidades Métricas	Por	Para Obtener Unidades Inglesas	Multiplicar las Unidades Inglesas	Por	Para Obtener Unidades Métricas
km	0,6214	millas	milta (ferroestre)	1,609	km
m	1,0936	yd	yarda	0,9144	m
cm	0,0328	pies	pie	0,3048	cm
mm	0,03937	pulg	pulg (pulgada)	25,4	mm
km <sup>2</sup>	0,3861	millas <sup>2</sup>	millas <sup>2</sup>	2,590	km <sup>2</sup>
hect (ha)	2,471	acres	acre	0,4047	hect (ha)
m <sup>2</sup>	10,764	pie <sup>2</sup>	pie <sup>2</sup>	0,0929	m <sup>2</sup>
cm <sup>2</sup>	1550	pulg <sup>2</sup>	pulg <sup>2</sup>	0,000645	cm <sup>2</sup>
cm <sup>3</sup>	0,1550	pulg <sup>3</sup>	yd <sup>3</sup>	0,7645	m <sup>3</sup>
m <sup>3</sup>	1,308	yd <sup>3</sup>	pie <sup>3</sup>	16,387	cm <sup>3</sup>
l (lit)	61,02	pulg <sup>3</sup>	pulg <sup>3</sup>	0,0283	m <sup>3</sup>
l (lit)	0,001308	yd <sup>3</sup>	yd <sup>3</sup>	0,0164	l (lit)
km/h	0,621	MPH	MPH	764,55	l (lit)
l (lit)	0,2542	gal. de E.U.A.	ton-MPH	1,81	km/h
l (lit métricas)	0,22	gal Inglés	gal de E.U.A.	1,459	l (lit)
l (lit métricas)	0,984	ton largas	gal de E.U.A.	3,785	gal inglés
kg	1,102	ton cortas	ton. larga	0,833	l (lit métrica)
g (gr)	2,205	libras	ton. corta	1,016	l
kilonewton (kN)	0,0353	onzas	lb	0,5536	kg
Newton (N)	225	libras	onz. (onza)	26,35	g (gr)
cm <sup>3</sup>	0,225	libros	onz. liq.	29,57	cm <sup>3</sup>
kg/m <sup>3</sup>	0,0338	onzas	lb	0,00445	kN
kg/m <sup>3</sup>	1,666	lb/yo <sup>3</sup>	lb	4,45	N
kg/cm <sup>2</sup>	0,002	lb/yo <sup>3</sup>	lb/yo <sup>3</sup>	16,018	kg/m <sup>3</sup>
Cal. (kilocalorías)	14,225	lb/pulg <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	0,0703	kg/cm <sup>2</sup>
kg·m (kilogrametros)	3,968	UTB (Unidades Térm. Brit)	lb/yo <sup>3</sup>	0,06895	bar
m·kg	7,233	pie·lb	psi	0,5933	kg/m <sup>3</sup>
CV o HP (hp métricos)	0,9863	pie·lb	psi	0,0689	bar
kW	1,341	hp de E.U.A.	psi	6,89	Pa
kPa	0,145	hp (de E.U.A.)	UTB (unidad Térm. Brit) o BTU	0,2520	Cal (kilocalorías)
bar	14,5	psi	pie·lb	0,1383	kg·m
tons/m <sup>3</sup>	1692	psi	hp de E.U.A.	1,014	CV o HP (métr.)
		lb/yo <sup>3</sup>	hp de E.U.A.	0,7457	kW
			Libras (diesel No. 2)	0,1913	Galón E.U.A.

NOTA: Algunos de los factores indicados se han redondeado. Los factores para conversiones exactas son los de las tablas del Sistema Internacional de Unidades (SI).

## Conversión de temperatura



$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \div 1,8$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$$

## CONVERSIONES DE MEDIDAS DE VELOCIDAD

km/hora a m/min				Millas por hora a pies/min			
km/h	m/min	km/h	m/min	MPH	pies/min	MPH	pies/min
1	16,7	21	350,0	1	88	21	1848
2	33,3	22	366,7	2	176	22	1938
3	50,0	23	383,3	3	264	23	2024
4	66,7	24	400,0	4	352	24	2112
5	83,3	25	416,7	5	440	25	2200
6	100,0	26	433,3	6	528	26	2288
7	116,7	27	450,0	7	616	27	2378
8	133,3	28	466,7	8	704	28	2464
9	150,0	29	483,3	9	792	29	2552
10	166,7	30	500,0	10	880	30	2640
11	183,3	31	516,7	11	968	31	2728
12	200,0	32	533,3	12	1056	32	2816
13	216,7	33	550,0	13	1144	33	2904
14	233,3	34	566,7	14	1232	34	2992
15	250,0	35	583,3	15	1320	35	3080
16	266,7	36	600,0	16	1408	36	3168
17	283,3	37	616,7	17	1496	37	3256
18	300,0	38	633,3	18	1584	38	3344
19	316,7	39	650,0	19	1672	39	3432
20	333,3	40	666,7	20	1760	40	3520

NOTA: Dado que 1 km/h es igual a 16,7 m/min (1000/60), para interpolar, añada 1,67 m/min por cada 0,1 km/h.

NOTA: Dado que 1 MPH es igual a 88 pies/min (5280/60), para interpolar, añada 8,8 pies/min por cada 0,1 MPH.

1 MPH = 26,8 m/min

## EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES INGLESAS

1 milla	=	1760 yd
1 yd	=	3 pies
1 pie	=	12 pulg
1 milla <sup>2</sup>	=	640 acres
1 acre	=	43.560 pies <sup>2</sup>
1 pie <sup>2</sup>	=	144 pulg <sup>2</sup>
1 pie <sup>3</sup>	=	7,48 gal liq.
1 galón	=	231 pulg <sup>3</sup>
1 cuarto	=	32 onz. liq.
1 onz. liq.	=	1,80 pulg <sup>3</sup>
1 ton corta	=	2000 lb
1 ton larga	=	2240 lb
1 lb	=	16 onz.
1 UTB	=	778 pie-lb
	=	0,00033 hp-h
	=	0,000293 kWh
1 hp	=	650 pie-lb/seg
1 atm.	=	14,7 lb/pulg <sup>2</sup>

## EQUIVALENCIAS

1 km	=	1000 m
1 m	=	100 cm
1 cm	=	10 mm
1 km <sup>2</sup>	=	100 ha
1 hect	=	10 000 m <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup>	=	10 000 cm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	100 mm <sup>2</sup>
1 m <sup>3</sup>	=	1000 lit
1 lit	=	1000 cm <sup>3</sup>
1 l	=	1000 kg
1 quintal métrico	=	100 kg
1 kg	=	1000 g
1 g	=	1000 mg
1 Cal.	=	427 kg-m
	=	0,0016 CV-h o HP-h
	=	0,00116 kW-h
	=	0,00116 kWh
1 CV o HP	=	75 kg-m/seg
1 kg/cm <sup>2</sup>	=	0,97 atm. (atmosferas)

## UNIDADES DE POTENCIA

kW	=	Kilovatio
HP	=	Caballo de fuerza
CV	=	Caballo de vapor
	=	Designación francesa del caballo de fuerza métrico
PS	=	Pferdestärke (caballo de fuerza)
	=	Designación alemana del caballo de fuerza métrico
1 HP	=	1,014 CV = 1,014 PS
	=	0,7457 kW
1 PS	=	1 CV = 0,9863 HP
	=	0,7355 kW
1 kW	=	1,341 HP
	=	1,359 CV
	=	1,359 PS

ANGULO NATURAL DE REPOSO  
DE VARIOS MATERIALES

MATERIAL	ANGULO ENTRE LA HORIZONTAL Y LA PENDIENTE DE LA PILA	
	Relacion	Grados
Carbón industrial	1,4:1—1,3:1	35-38
Tierra común seca	2,8:1—1,0:1	20-45
húmeda	2,1:1—1,0:1	25-45
mojada	2,1:1—1,7:1	25-30
Grava, redonda a angular	1,7:1—0,8:1	30-50
arena y arcilla	2,8:1—1,4:1	20-35
Arena seca	3,8:1—1,7:1	20-30
húmeda	1,8:1—1,0:1	30-45
mojada	2,8:1—1,0:1	20-45

BIBLIOGRAFIA:

- CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK  
Publicaciones CAT, edición 18  
Por Caterpillar Tractor Co.  
Peoria, Illinois, U.S.A.  
Octubre, 1987.
  
- MANUAL DE METODOS Y EQUIPO CATERPILLAR  
Publicaciones CAT, edición 17  
Por Caterpillar Tractor Co.  
Peoria, Illinois, U.S.A.  
Octubre, 1986
  
- RENDIMIENTO DE LOS PRODUCTOS CATERPILLAR  
Publicaciones CAT, edición 11  
Peoria, Illinois, U.S.A.  
Octubre, 1980
  
- MANUAL DEL INGENIERO CIVIL - TOMO II  
Frederick S. Merritt  
Mc Graw - Hill Book Company, Inc.  
New York, U.S.A.  
1a. edición en español, 1984
  
- APUNTES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS - TOMOS I y II  
Autores varios  
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.  
México, D.F., 1984
  
- APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y  
PRECIOS UNITARIOS  
Ing. Ernesto R. Mendoza Sánchez  
Ing. Jorge H. De Alba Castañeda  
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.  
México, D.F., 1985

- APUNTES DEL CURSO DE CONSTRUCCION I  
Breve descripción del Equipo Usual de Construcción  
Jorge Arias Muñoz  
Ing. Manuel Chávarri Maldonado  
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.  
México, D.F. 1979
  
- APUNTES DE LOS CURSOS DE LAS MATERIAS DE:  
CONSTRUCCION I  
CONSTRUCCION II  
CONSTRUCCION PESADA
  
- REVISTAS Y FOLLETOS DE MAQUINARIA.