

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

COMPILACIÓN

G-602056

El Ingeniero Civil al estar ligado en las diferentes esferas del desarrollo de la infraestructura de nuestro país, requiere estar actualizando sus conocimientos, por ello se organizó el presente curso que está dirigido a aquellos que tienen que ver con el movimiento de tierras. En el aspecto de caminos, los primeros se requirieron para el paso de la gente y bestias de carga y posteriormente otros tipos ligeros como los carruajes, pero la frecuencia de cargas y el tránsito cada vez mayor, han exigido que se desarrollen nuevas técnicas para un mejor aprovechamiento de los materiales naturales, con objeto de lograr máxima economía en su construcción y tiendan a durar más.

Esto ha traido como resultado entre otros, que el constructor de un proyecto determinado planee, programe, organice, ejecute y controle mejor todos los recursos por aplicar en dicho proyecto. Es por ello que en la ejecución de obras tenemos la necesidad de equipos más potentes y modernos para excavar, transportar, triturar, mezclar, colocar y compactar los materiales ya sea en la construcción de caminos, en pistas de aeropuertos, canales o cortinas de presas. Esta diversidad de técnicas que intervienen en las construcciones antes mencionadas, traen como consecuencia que el ingeniero se aleje con frecuencia del avance de la técnica y por ello consideramos de gran utilidad cursos como este.

Vamos a hacer una breve descripción de las innovaciones en el equipo de construcción como preambulo a los temas que se desarrollarán más adelante.

Hoy en día existen muchos equipos para realizar trabajo, pero posiblemente ninguno tan versátil como el tractor, especialmente el de carriles que esté equipado con su dozer y arado, la hoja o dozar del tractor se encuentra montada en un marco que se acopla al tractor y se controla hoy en día por sistemas hidráulicos a diferencia de los antiguos de cables que aunque más sencillos en cuanto a mantenimiento, pero el control hidráulico es superior ya que permite aplicar mayor fuerza en dicha hoja, hace algo de tiempo se objetaba al sistema hidráulico debido al alto costo de les reparaciones al usar mal dicho sistema, aspecto completamente superior hoy en día.

En cuanto al desgarrador o arado que se empezo a utilizar hacia 1930 ha evolucionado rápidamente, ya que de esa fecha a la actualidad se ha cambiado su estructura al montarlo al tractor y otros cambios como son nuevas aleaciones, mayor potencia en los tractores, introducción de un mecanismo hidráulico que permite al arado girar sobre un pivote y que controla la fuerza y profundidad de hincado también es importante la mejora para lograr que el ángulo no varíe con la penetración, es el montaje del paralelogramo, logrando que se mueva paralelamente.

En el caso de las motoescrepas, que utilizamos en trabajos de terracerías con mediana longitud de acarreo y que no compiten con camiones o vagonetas para acarreos largos.

La máquina se forma fundamentalmente de dos partes: una que dá tracción a la máquina y que puede ser un tractor y otra que es en sí la motoescrepa formada por una caja metálica integrada con piezas diver-

sas para rigidizarla y que puede subir o bajar ya sea hidráulicamente, por cables o bien por electricidad. Durante mucho tiempo se utilizó la motoescrepa con mecanismo de cables y se consideró de mayor eficiencia en vista de que los sistemas hidraulicos no estaban bien desarrollados; en la actualidad hay máquinas con sistemas hidráulicos muy eficientes. Hay que recordar que el sistema hidráulico trabaja con elevadas presiones, lo que puede provocar problemas pero como acenteba arriba existen actualmente motoescrepas perfectamente desarrolladas con mecanismo hidráulico. También se emplean los sistemas eléctricos a base de motores independientes, pero el polvo origina grandes fallas en los motores a pesar de las protecciones que se le den y por otro lado es complicado el manejo del sistema.

Una evolución más en las motoescrepas es su tamaño, ya que las podemos ver desde $8m^3$ hasta $50m^3$.

Por otra parte han aumentado la potencia de tractor, con lo cual evidentemente se reducen los costos de operación, siempre que el tamaño de la obra permita su uso.

Otra ventaja que se ha originado con los últimos avances, tanto en el tractor como en la escrepa, es la alta velocidad a la cual se pueden mover en los caminos, invadiendo así el campo de las vagonetas. A medida que aumenta la velocidad disminuye el ciclo y por lo tanto la capacidad horaria será mayor.

Así como la introducción de dos motores permite utilizar las motoescrepas en caminos de fuerte pendiente y disminuyen el tiempo de carga y hay veces que se cargan solas en materiales suaves.

Finalmente, hay un nuevo concepto que le ha agregado versatilidad a las motoescrepas de dos motores que es el sistema Push-Pull que elimina el tractor empujador.

En lo referente a cargadores, estos han mejorado sus sistemas y han aumentado sus capacidades y las restricciones que se tenían respecto a la posibilidad de ataque han cambiado a tal grado que han desplazado a las palas aun en el ataque en roca, pues con solo proteger adecuadamente sus neumáticos podemos reducir sus costos de operación. Esto ha dado lugar a que los veamos alimentando trituradoras cuando el banco se encuentra a 150 ó 200 m del de dicha trituradora o en carga de material en banco de roca a cielo abierto. Por otra parte su movilidad ha permitido que el rango de aplicaciones aumente día a día.

Por lo que se refiere a las dragas éstas van siendo desplazadas poco a poco por retroexcavadoras no obstante que la retroexcavadora es una de las excavadoras que existe desde hace tiempo se ha venido mejorando en su diseño y capacidad, puesto que en el mercado hoy las encontramos desde 3/8 hasta de 3½ yd^3 de capacidad aparte de haber aumentado su alcance, profundidad y productividad lo cual nos permite hoy en día nuevas aplicaciones que sólo eran destinadasa las dragas y palas.

Por lo que se refiere al equipo de compactación tenemos una serie de mejoras muy amplias como: mejores sistemas hidráulicos, sensores electrónicos, mayor versatilidad en su uso, etc. que se han traducido en mayores productividades. Así, tenemos hoy en día que el equipo pata de cabra que consistía en un rodillo que debía ser jalado por un tractor a cambiado de tal manera que es autopropulsado con cuatro llantas -

pata de cabra y una cuchilla que le permite acomodar el material obteniendo así mayores velocidades y una versatilidad tal que nos permite tener mayores rendimientos.

En el rodillo liso vibratorio que debe ser jalado por tractor ha evolucionado en tal forma que hoy lo tenemos auto propulsado y con mayores rangos de vibración que nos permiten tener ciclos y números de pasadas menores pudiéndose aplicar hasta en la compactación de carpetas asfálticas con magníficos resultados.

El seleccionar correctamente un equipo de trituración es uno de los aspectos que influyen para dar buenos resultados de costo y producción.

Anteriormente se utilizaban equipos de muy poca producción además de un tamaño poco adecuado para transportarlo de una obra a otra y que en ocasiones requería mucho tiempo para su instalación. Es por ello, que actualmente plantas móviles nos permiten una más rápida instalación y en consecuencia reducir el tiempo para iniciar la producción y con las mejoras a sus mecanismos y tamaños nos permiten poder obtener mejores costos y programas más agresivos y además un mejor control en el tamaño de los agregados obtenidos, siendo desplazados los molinos por los conos que es la máquina idónea para integrar grupos móviles secundarios y terciarios que permiten procesar cualquier tipo de roca.

El revolver o mezclar materiales pétreos, con asfalto o agua es muy común en la elaboración de mezclas asfálticas o bases hidráulicas respectivamente.

Tenemos equipos que nos permitan ahorrar horas de motoconformadora en el mezclado de bases hidráulicas al realizar dicha mezcla -- previo a su colocación obteniendo mayores producciones en su tendido y una reducción considerable en el número de pipas y motoconformadoras.

En lo referente a mezclas asfálticas estas se realizan en plantas las cuales son del tipo continuo o discontinuo. En nuestro país se está incrementando el número de plantas continuas pues el mito que se tenía que eran difíciles de calibrar va desapareciendo prontamente al mejorarse sus sistemas de operación que han pasado de mecánicos a electrónicos, así mismo una mejor clasificación de materiales nos permite en las plantas modernas reducir el recribado y obtener costos horarios más bajos así como mayores producciones.

En lo referente a colocación de material de sello, se tienen hoy en día equipos autopropulsados que han permitido aumentar de una manera considerable la producción.

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"EXCAVACION CON TRACTOR EQUIPADO CON HOJA TOPADORA Y ARADO "

ING. JORGE A. CABEZUT BOO

CURSO DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

TRACTORES Y ARADOS

En la industria de la construcción y principalmente en las actividades de excavación podemos considerar que el tractor es una máquina que casi siempre estará presente en este tipo de trabajos por su versatilidad. Para el constructor resulta indispensable conocer bien este equipo para lograr su mejor aprovechamiento al mínimo costo.

Pensemos en cualquier proyecto y observaremos que con frecuencia aparece la silueta tan conocida de un tractor, especialmente el de carriles, equipado con accesorios inseparables como son la hoja o dozer y posiblemente el arado o desgarrador.

La ingeniería moderna exige realización de las obras en plazos mínimos de acuerdo con programas elaborados atendiendo a la técnica y a la economía, pero siempre resultan trabajos en los cuales deben aportarse suficientes recursos y aprovecharlos al máximo, es decir, lograr la mayor eficiencia.

El ingenio del hombre está transformando continuamente la cara de nuestra tierra e inclusive en ocasiones modifica la ecología, todo con la intención de buscar una mejor forma de vida atendiendo a las crecientes y continuas necesidades que debemos satisfacer para nuestra explosiva población.

El constructor atendiendo a un proyecto determinado, planea, programa, organiza, ejecuta, controla, aporta máquinas, materiales, personal y toda la experiencia que se requiere para coordinar esta suma de agregados para lograr un producto,

.....2

final que puede ser desde una mínima obra que sirve a un individuo hasta un proyecto que beneficie una zona, región o nación atendiendo necesidades colectivas.

Existen muchas máquinas para realizar trabajo, pero posiblemente ninguna tan conocida como el tractor y resulta que siendo un equipo costoso, en muchas ocasiones los que manejan este equipo delegan en gente irresponsable su operación, casi siempre por desconocimiento o apatía. Una simple analogía sería la de un carro en la cual el dueño lo opera, mantiene y vigila que esté limpio, lubricado y hasta la exageración de que no tenga ruidos. Sabe como usarlo en distintas superficies de rodamiento y pendientes, qué velocidades son convenientes, como hacer el mantenimiento adecuado; de modo que cuando lo reemplaza obtiene casi siempre un buen valor de rescate. Un carro cuesta del orden de $60,000.00 y se usará en promedio unas 150hrs/mes cuando mucho. Un tractor tipo D-8 o similar, que es un elemento de producción y se utiliza más horas al mes, se cotiza actualmente en $1'200,000.00 al contado y si se compra a crédito habrá que sumar gastos de apertura de crédito e intereses. Esto quiere decir que hay una relación de 20 a 1 entre el valor de esas máquinas y cabe reflexionar si la atención durante su vida útil es proporcional.

Cuando se compra una máquina de la categoría de un tractor de inmediato debe estar produciendo pues el capital invertido es de tal magnitud que la inactividad le causa pérdidas al dueño, es peor que tener el dinero guardado en la casa sin beneficio alguno. Al contrario, una máquina o grupo de máquinas adquiridas y manejadas con eficiencia pueden permitir al dueño no solo obtener beneficios que compensen la inversión sino también tener utilidades que aceleren el progreso de la empresa.

...3

El movimiento de tierras se realiza a través de tres actividades principales, - como son: excavar, acarrear y colocar los materiales que han sido atacados en su - estado natural. Lo que más le interesa al constructor es obtener máxima producción al mínimo costo y esto dependerá de la modalidad de la obra. El tractor equipado con hoja o dozer llamado comunmente bulldozer y con un arado o desgarrador puede realizar esa triple actividad en forma muy efectiva dentro de determinadas condiciones.

DESCRIPCION.-

Existen dos tipos de tractores:

Los de ruedas.

Los de orugas o carriles.

Ambos son muy utilizados en construcción, sin embargo para excavar, el de - carriles es más conveniente en terminos generales. Desde luego para seleccionar el tractor que debe usarse es necesario tomar en cuenta el tipo de obra por ejecutar, superficie de rodamiento y pendientes, dureza de los materiales por excavar, distancias de acarreo, dificultades de ataque, cantidades de obra por ejecutar, y -- otra serie de factores, pero cuando se requieren tractores para excavar podemos - atrevernos a decir que el de orguas es el más utilizado.

El tractor de carriles 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.

El motor es de combustión interna, de cuatro tiempos, seis cilindros. La potencia neta en el volante está indicada bajo determinadas características de temperatura, presión barométrica y revoluciones por minuto.

El sistema de tránsito consta de cadenas formadas por pernos y eslabones a cuales se atornillan las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos conocidos como "roles". En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engrane propulsor que transmite la fuerza tractiva.

En las tablas de las páginas números 5 y 6 se indican las especificaciones los tractores de carriles marca Caterpillar. En estas tablas tenemos señaladas las - potencias de algunas máquinas, sus dimensiones geométricas, su peso y caracteristicas de los motores.

Los tractores de oruga tienen diversos aditamentos, siendo el principal la hoj empujadora o dozer cuyas funciones pueden ser la de excavar, desmontar y empujar otras máquinas.

El tractor de oruga tiene la gran ventaja de que construye sus propios camino de acceso para llegar a los sitios de trabajo, puede operar en zonas montañosas y de fuerte pendiente, tiene mejor tracción al tener mayor adherencia con la superficie de apoyo que los tractores de llanta.

TRACTORES DE CARRILES.- ESPECIFICACIONES

Modelo		DD9G	D9G	D8H	D7F	D6C	D6C (A.E.)	D5 60" (trocha)	D5 74"	D5 (A.E.)	D4D	D4D (A.E.)
Potencia en el volante, en hp		770	385	270	180	125	125	93		93*	65	68*
RPM indicadas		1330	1330	1280	2000	1900	2000	1750		3900	1680†	2000
Peso aprox. S-T embarque	lb	176,500	68,000	50,000	31,900	23,500		18,700	19,100		13,700	
	(kg)	(80100)	(30800)	(22700)	(14,500)	(10700)		(8500)	(8700)		(6200)	
Peso: TD	lb			49,000	31,300	23,000	26,100	18,100	18,500	20,400	13,100	15,100
	(kg)			(22200)	(14200)	(10400)	(11800)	(8200)	(8400)	(9300)	(5900)	(6800)
Dimensiones Generales:												
Largo total	pies	42'6"	18'0"	17'0"	14'8"	13'0"	13'	12'9"		12'9"	11'1"	11'0"
	(mm)	(13000)	(5500)	(5200)	(4450)	(3950)	(3950)	(3900)		(3900)	(3460)	(3350)
Ancho (zapatas Std.)	pies	10'9"	9'11 1/2"	8'11"	8'5"	7'9"	7'10"	6'7½"	7'9½"	7'9½"	6'6"	6'6"
	(mm)	(3300)	(3050)	(2700)	(2550)	(2360)	(2393)	(2020)	(2370)	(2370)	(1290)	(1930)
Alto (sin escape ni predepurador)	pies	9'10¾"	9'2"	8'0"	7'4"	6'11¼"	7'2 1/2"	6'5"		6'9"	5'7½"	6'1"
	(mm)	(3000)	(2800)	(2440)	(2240)	(2120)	(2200)	(1970)		(2050)	(1710)	(1155)
Entrevía	pulg	90"	90"	84"	78"	74"	74"	60"	74"	74"	60"	60"
	(mm)	(2290)	(2290)	(2130)	(1980)	(1880)	(1880)	(1520)	(1930)	(1220)	(1520)	(1520)
Espacio libre (de la cara de las zapatas)	pulg	14"	23-9/16"	19-7/8"	15¼"	14-5/8"	14 1/2"	14"	15½"	13¾"	14"	14"
	(mm)	(355)	(600)	(500)	(385)	(370)	(370)	(355)	(395)	(345)	(355)	(365)
Ancho de zapatas	pulg	24"	24"	22"	20"	18"	20"	16"		18"	13"	16"
	(mm)	(610)	(610)	(560)	(510)	(455)	(510)	(405)		(460)	(230)	(405)
Area de contacto en el suelo	pulg²		6354	5049	4260	3357	3730	2784		3085	1885	2320
	(m²)		(4,10)	(3,26)	(2,76)	(2,17)	(2,41)	(1,80)		(1,51)	(1,22)	(1,5)
Largo de carriles en el suelo	pulg		132½"	115"	107"	93¾"	93"	87"		85 11/16"	725	720
	(mm)		(3350)	(2900)	(2700)	(2373)	(2360)	(2210)		(2173)	(18	)

*hp en la Barra de Tiro, no en el volante.
S-T = Servo Transmisión
TD = Transmisión Directa

†La velocidad indicada del motor del D4D con S-T es de 2100 RPM.
Para la pérdida de hp a causa de la altitud vea la última página de la Sección de Movimiento de Tierra.

TRACTORES DE CARRILES.- ESPECIFICACIONES

Modelo		DD9G	D9G	D8H S-T	D8H TD	D7F S-T	D7F TD	D6C S-T	D6C TD	D6C (A.E.)	D5 S-T	D5 TD	D5 (A.E.)	D4D TD	D4D S-T	D4D (A.E.)
apacidades:																
Sistemas de enfr.	gal EUA	80	40	31	31	12	12	10¾	9¾	10	9	9	9	8	8	8
	(litros)	(302)	(151)	(117)	(117)	(45)	(45)	(39)	(34,5)	(38)	(34)	(34)	(34)	(30)	(30)	(30)
Tanque de comb.	gal EUA	400	200	134	134	115	115	78	78	115	65	65	78	42	42	62½
	(litros)	(1514)	(757)	(507)	(507)	(435)	(435)	(295)	(295)	(435)	(246)	(246)	(295)	(159)	(159)	(237)
Cárter del motor diesel	gal EUA		11¼	8¾	8¾	7¼	7¼	7¼	7¼	7 1/4	7¼	7¼	7¼	5	5	5
	(litros)		(43)	(33)	(33)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	(18,9)	(18,9)	(18,9)
Compart. transmisión, divisor de par, corona embragues de direc.	gal EUA		31	31		31		21			12¼				10x	
	(litros)		(117)	(117)		(117)		(79)			(46)				(38)	
Transm., corona, embrague de direc.	gal EUA				31*		31*		26*	26*						
	(litros)				(117)		(117)		(98)	(98)						
Transmisión	gal EUA											12¼*	12¼*	6	4†	6
	(litros)											(46)	(46)	(22,7)	(15,1)	(22,7)
Embrague principal	gal EUA													2¼		2¼
	(litros)													(8,5)		(8,5)
											(entrevía) 74"	(entrevía) 60"				
Cada mando final	gal EUA		11¼	9	9	9	9	5	5	5	3	2-3/8	3	2½	2½	2½
	(litros)		(43)	(34)	(34)	(34)	(34)	(19)	(19)	(19)	(11)	(9)	(11)	(9)	(9)	(9)
Cada caja del resorte tensor	gal EUA		7	5	5											
	(litros)		(26)	(19)	(19)											

*Incluye también el Embrague Principal †Compart. de la Corona. xCompart. de la Transm. y del Convertidor de par

TD = Transmisión Directa
S-T = Servo-Transmisión

En el mercado se encuentran varios proveedores que distribuyen tractores de - carriles como son: Caterpillar, Komatsu, Terex, Allis Chalmers, International, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de los constructores, pero quizá los - factores que más influyan para adquirir una marca sean la oportunidad, la existencia, facilidades de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca el vendedor.

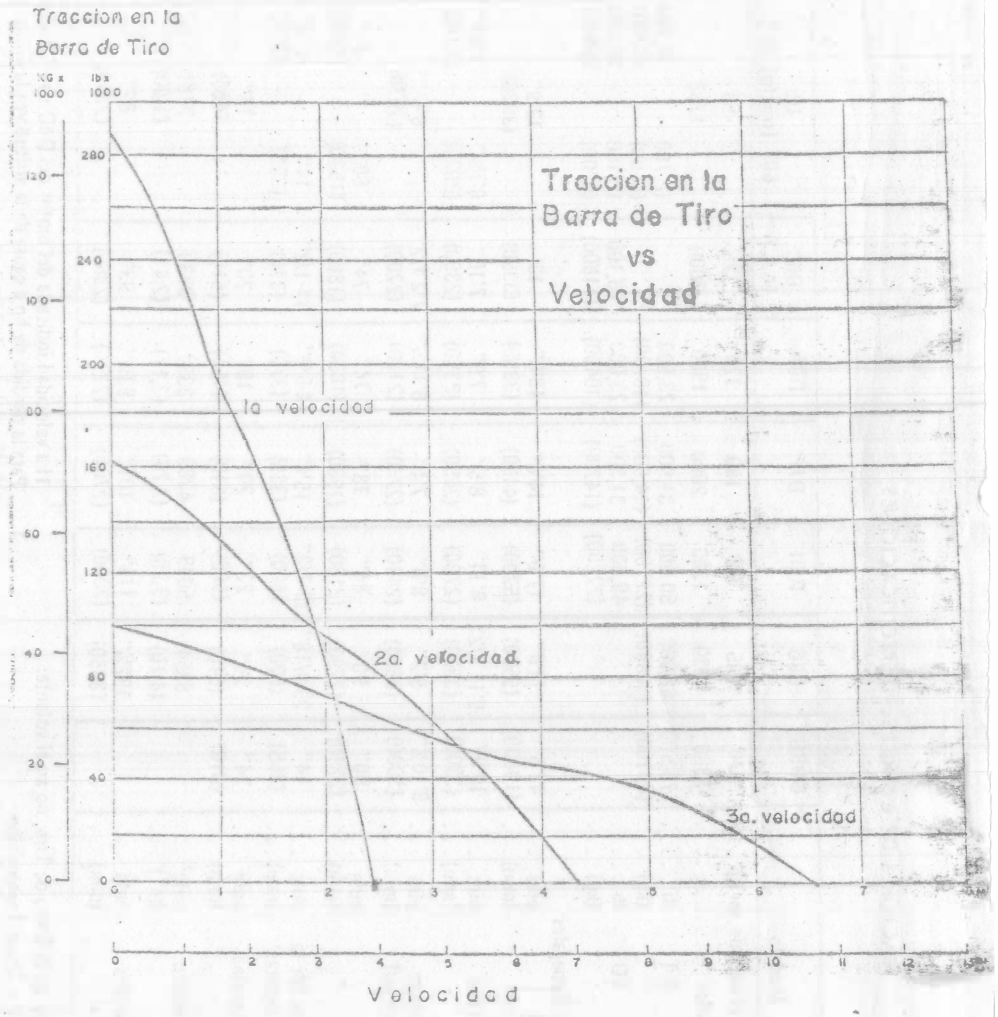
Algunos modelos de tractores se señalan a continuación:

KOMATSU		INTERNATIONAL		TEREX	
modelo	potencia	modelo	potencia	modelo	potencia
D55A	105 HP	TD-15 B	120 HP	82-30	225 HP
D65A	140 HP	TD-20 B	160 HP	82-40	290 HP
D85A	180 HP	TD-20 C	170 HP	82-80	440 HP
D150A	300 HP	TD-25 B	230 HP		
D355A	410 HP	TD-25 C	285 HP		

La capacidad de un tractor está en 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 altura sobre el nivel del mar, la temperatura, la resistencia al rodamiento de la superficie donde se desplaza la máquina y por la pendiente. La máxima fuerza tractiva está fijada por el peso de la máquina multiplicado por el coeficiente de tracción. Asi por ejemplo un vehículo patinaría al transitar sobre hielo, que tiene un mínimo coeficiente de tracción, a pesar de que hubiera mucha potencia disponible.

....8

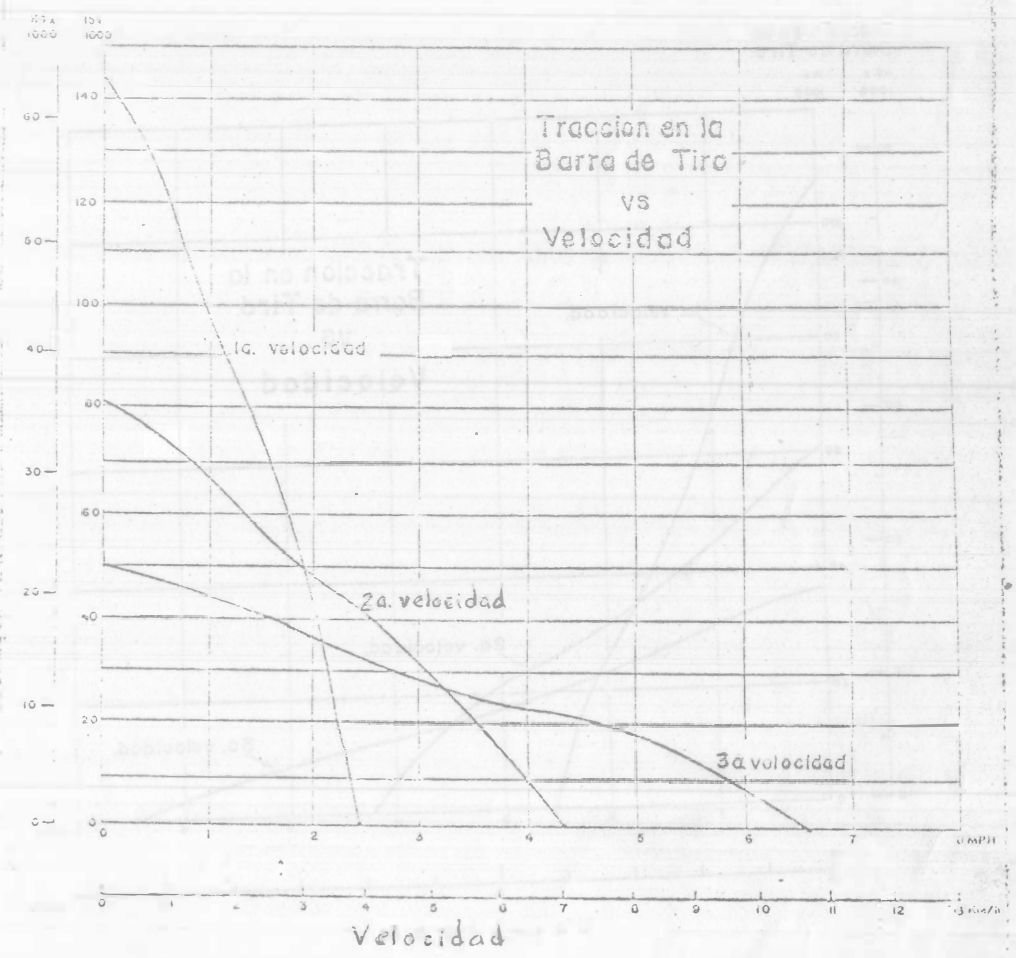
D9G DOBLE



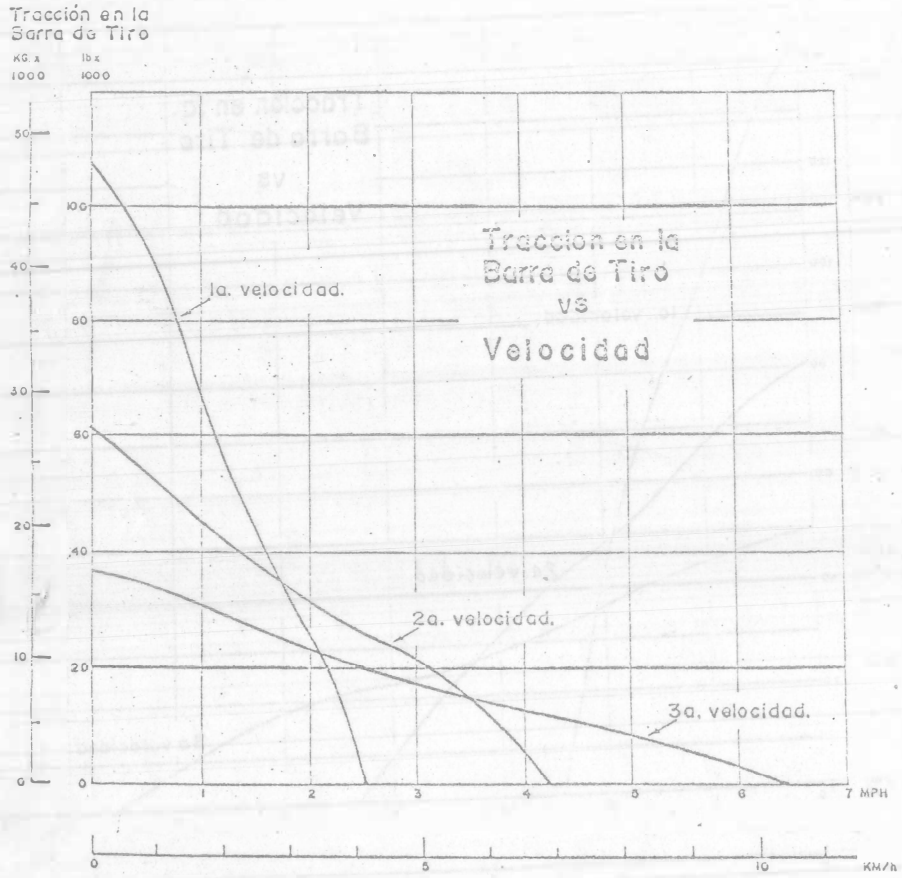
Las hojas de especificaciones que ofrecen los distribuidores de equipo dan las características de los distintos modelos y desde luego el tamaño del tractor es proporcional a su potencia en el volante a determinadas R.P.M., la que se transmite mediante mecanismos y determinan la tracción en la barra de tiro utilizable a distintas velocidades, la cual está afectada como se indicó anteriormente por las condiciones del suelo, pendiente, altura sobre el nivel del mar. Este último aspecto superado en las máquinas modernas por la instalación de turbo cargadores y enfriadores de aire.

La relación entre velocidades de avance y tracción en las barras de tiro en tractores Caterpillar equipados con servo transmisión se muestran en las hojas números 9, 10, 11 y 12. En la hoja 13 se muestra esta misma relación para los modelos D8H y D7F con transmisión directa.

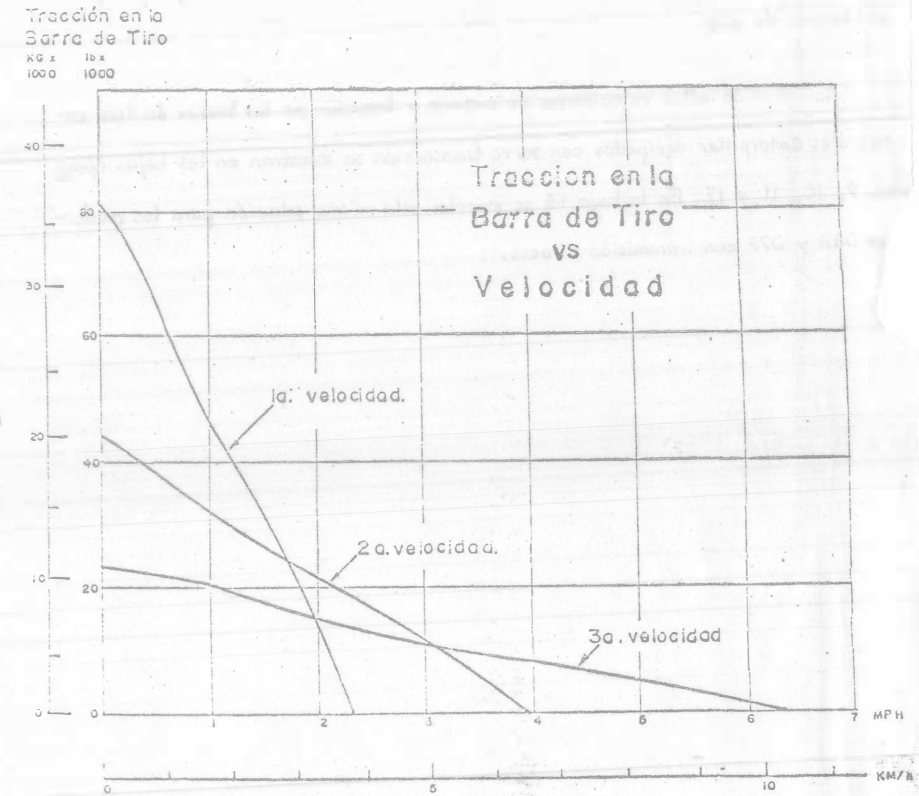
D 9 G



D 8 H – CON SERVO- TRANSMISION



D 7 F con SERVO- TRANSMISION



D8H y D7F con TRANSMISION DIRECTA

TRANSMISION DEL D8H Y DEL D7F:

De engrane constante, con engranajes heficoidales y cambio rápido de sentido de marcha. Lubricación a presión, con aceite filtrado y enfriado. Construcción en unidades desmontables.

VELOCIDADES Y TRACCION EN LA BARRA DE TIRO DEL D8H:

	Avance		Retroceso		Tracción en la barra de tiro* A RPM indicadas		Máx. bajo carga	
	MPH	km/h	MPH	km/h	libras	(kg)	libras	(Kg)
1a	1.6	(2,6)	1.6	(2,6)	52,440	(23780)	33,320	(28380)
2a	2.1	(3,3)	2.1	(3,4)	38,700	(17780)	47,990	(21753)
3a	2.9	(4,6)	2.8	(4,7)	23,870	(12200)	33,210	(15030)
4a	3.7	(6,0)	3.8	(6,1)	19,480	(8850)	24,360	(11080)
5a	4.9	(7,9)	4.9	(7,8)	13,840	(8280)	17,580	(7900)
6a	6.7	(10,6)	6.8	(11,0)	8,830	(6323)	16,330	(5180)

VELOCIDADES Y TRACCION DEL D7F:

Transmisión Standard

	Avance		Retroceso		Tracción en la barra de tiro* A RPM indicadas		Máx. bajo carga	
	MPH	Km/h	MPH	km/h	libras	(Kg)	libras	(Kg)
1a	1.5	(2,4)	1.8	(2,8)	37,600	(17100)	47,450	(21548)
2a	2.2	(3,5)	2.5	(4,0)	25,800	(11350)	31,750	(14420)
3a	3.1	(5,0)	3.7	(6,0)	16,400	(7450)	21,050	(9570)
4a	4.6	(7,4)	5.4	(8,7)	10,100	(4580)	12,280	(5036)
5a	5.9	(9,5)	—	—	7,140	(3240)	9,510	(4330)

RENDIMIENTO.-

Potencia es la capacidad de realizar un trabajo por unidad de tiempo, por lo que las unidades son Pies Libras por Minuto o Kilográmetros por Minuto. Generalmente se expresa en unidades del sistema inglés en H.P. o caballos de potencia. un H.P. corresponde a 33,000 Pies libras por Minuto y equivale a 746 watts.

La altura sobre el nivel del mar afecta la potencia util de los motores arriba de los 1000 metros del orden del 1% por cada 100 metros de altura, asi una máquina trabajando a 3000 metros tendría una pérdida del 20%, que con la instalación de turbocargadores y enfriadores de aire de admisión se tiende a compensar esta disminución en la porencia.

La fuerza tractiva en la barra de un tractor está expresada en la siguiente ecuación:

$$F.T. = \frac{375 \times H.P. \times 0.80}{V}$$

en donde:

F.T. = Fuerza tractiva en libras.

H.P. = Potencia nominal.

V = Velocidad en millas por hora.

Las especificaciones de las máquinas muestran la relación entre velocidad y tracción en la barra de tiro.

La resistencia al rodamiento es la fuerza que se opone al movimiento de una máquina sobre un camino a velocidad uniforme. Se calcula en función del peso del artículo multiplicado por el coeficiente de Resistencia al Rodamiento.

$$R.R. = \frac{\text{Peso de la máquina} \times \text{coeficiente de R.R.}}{}$$

La resistencia a la pendiente es la componente del peso de la máquina paralelo al plano inclinado. Su valor está en función del peso del vehículo y de la pendiente.

$$R.P. = \text{Peso del vehículo} \times \frac{\%\ \text{de pendiente}}{100}$$

Las resistencias al rodamiento y a la pendiente se restan a la fuerza tractiva en el gancho y la obtiene la fuerza tractiva disponible para realizar trabajo, sin olvidar que la máxima está definida por:

$$F.T.\ mx. = \text{Peso del tractor} \times \text{coeficiente de tracción.}$$

Las tablas de la hoja número 13 nos muestran coeficientes de resistencia al rodamiento y de tracción.

Resistencia al Rodado y Tracción

LA RESISTENCIA AL RODADO EN CONDICIONES TIPICAS

	lb/ton	(kg/t)
Un camino estabilizado, pavimentado, duro y liso que no cede bajo el peso, regado y conservado ...	40	(20)
Un camino firme y liso, de tierra o con recubrimiento ligero, que cede un poco bajo la carga. Reparado con bastante regularidad, y regado	65	(35)
Nieve: compacta	50	(25)
suelta	90	(45)
Un camino de tierra, con baches y surcos, que cede bajo la carga; se repara muy poco, o nada, y no se riega. Los neumáticos penetran 1" (25 mm), o más	100	(50)
Camino de tierra con baches y surcos, blando, sin estabilizar y que no se repara. La penetración de los neumáticos es de 4" a 6" (100 a 150 mm)	150	(75)
Arena o grava suelta	200	(100)
Camino blando y fangoso con surcos, no se repara	200 a 400	(100 a 200)

El tamaño de los neumáticos y la presión del aire utilizados son factores que reducen o aumentan considerablemente las cifras de la tabla. Los datos indicados son bastante exactos para hacer estimaciones cuando no hay disponible la información específica sobre el rendimiento de un equipo determinado en terrenos de ciertas condiciones. Para información adicional, vea la Sección de Datos sobre Movimiento de Tierra.

COEFICIENTES APROXIMADOS DEL FACTOR DE TRACCION EN EL SUELO

	FACTORES DE TRACCION	
	Neumáticos	Carriles
Hormigón	0,90	0,45
Marga arcillosa, seca	0,55	0,90
Marga arcillosa, mojada	0,45	0,70
Marga arcillosa con surcos	0,40	0,70
Arena seca	0,20	0,30
Arena mojada	0,40	0,50
Cantera	0,65	0,55
Camino de grava suelta	0,36	0,50
Nieve compacta	0,20	0,25
Hielo	0,12	0,12*
Tierra firme	0,55	0,90
Tierra floja	0,45	0,60
Carbón amontonado	0,45	0,60

*Zapatas semicubiertas = 0,2[illegible]

Con los datos anteriores se puede observar la producción de un tractor. La fuerza tractiva disponible determina la velocidad de marcha que a su vez nos permite calcular el Tiempo del ciclo: este se integra con tiempos fijos y tiempos variables. los tiempos fijos son del orden de 0.15 - 0.25 min.

El rendimiento está expresado por:

$$R = \frac{E \times \text{Capacidad de la máquina en } M^3 \text{ sueltos.}}{\text{Tiempo de ciclo en minutos}}$$

R = M3 suelto /hora.

E = Minutos por hora de trabajo generalmente de 45 a 50 minutos.

Para obtener volúmen compacto habría que dividir el resultado entre el coeficiente de abundamiento, después de aplicar los factores de corrección correspondientes al tipo de trabajo que se realiza.

La producción de una máquina también puede obtenerse por observación directa, midiendo el volúmen excavado en un tiempo determinado.

El tractor excavando con una hoja del tipo recto o angulable puede dar distintas producciones dependiendo de las condiciones del trabajo que esté realizando y del tipo de material que esté moviendo.

En pendientes positivas tendrá menor rendimiento que si trabaja cuesta abajo. En zanjas su producción será mayor pues el material excavado no puede escurrirse por los lados. En acarreos largos habrá tendencia a perder volúmen excavado en el trayecto. En la tabla de la página número 18 se muestran las pendientes en las cuales pueden trabajar los tractores de carriles.

OPERACION EN LADERAS DE LOS TRACTORES DE CARRILES CATERPILLAR

La tabla siguiente da la pendiente máxima a la cual cada tractor opera bien con la debida lubricación.

TRACTOR	D9 Serie G	D8 Serie H	D7 Serie F/	D6 Serie C	D5	D4 Serie D
En porcentaje	100	84	100	100	100	100
o en Grados de inclin.	45	40	45	45	45	45

Deben considerarse los siguientes puntos importantes:

- Velocidad de viaje – A velocidades altas, las fuerzas de inercia tienden a disminuir la estabilidad del tractor.
- Desigualdades del terreno o superficie. Debe aplicarse una considerable tolerancia cuando el terreno o la superficie es desigual.
- Accesorios instalados. Los bulldozers, aguilones laterales, malacates, y cualquier otro equipo montado, alteran el equilibrio de la máquina.
- Tipo de suelo. Los rellenos de tierra nuevos pueden ceder bajo el peso del tractor. Los suelos rocosos suelen ocasionar el deslizamiento de las máquinas.
- Deslizamiento de los carriles debido a cargas excesivas. A causa de esto, los carriles a nivel inferior podrían excavar el suelo y aumentar la inclinación del tractor.
- Implementos instalados en la barra de tiro (arcos para tirar de troncos, vagones de dos ruedas, etc.) podrían reducir el peso en el carril más elevado.
- Altura del enganche en el tractor. Cuando se utiliza una barra de enganche alta, el tractor es menos estable que si tiene una de altura standard.
- Ancho de las zapatas. Las zapatas anchas tienden a reducir la acción de excavación, o sea que el tractor es más estable.
- Equipo operado. Debe considerarse con cuidado la estabilidad y otros distintivos del equipo operado por el tractor.

La calidad y granulometría del material que se excava influyen en la producción horaria, pues no es lo mismo manejar arena suelta o tierra vegetal que una roca bien o mal tronada.

El proyecto desde luego tiene una influencia definitiva en los resultados. Un tractor con hoja angulable cortando en balcón y desperdiciando el material tendrá probablemente ventaja sobre otra máquina excavando el mismo material en secciones de tipo mixto o en tramos compensados. Cada caso requiere de coeficientes de corrección que son consecuencia de la observación y experiencia y que de no aplicarse pueden dar lugar a errores en el cálculo de la producción y redundan en los costos analizados a priori.

Al manejar cantidades de obra debe calcularse si se trata de volúmenes en -- banco, sueltos o compactos y aplicar los factores de conversión volumétrica correspondientes.

Operar con eficiencia un tractor nos dará máximo rendimiento y mínimo costo por lo que es fundamental que el trabajo de la máquina esté respaldado por una -- organización adecuada que aporte servicios de combustibles, lubricantes, mantenimiento, reparaciones y personal en forma oportuna. La máquina no puede trabajar por sí misma, necesita forzosamente atención como todos los bienes de producción en instalaciones fijas.

APLICACIONES.-

Los tractores tienen diversas aplicaciones y aditamentos específicos para cada caso, entre los principales están:

- Aditamento frontal llamado hoja o dozer.
- Arado o desgarrador adaptado en la parte posterior del tractor.

El tractor puede utilizar varios tipos de hojas topadoras y en este caso se le conoce con el nombre de bulldozer:

1.- Recta, que se utiliza para excavar acarreando el material hacia adelante.

2.- Angulable, que puede inclinarse en relación al avance del tractor.

3.- En "C", que tiene una mayor capacidad puesto que los lados forman una caja para evitar que el material se escurra.

4.- Amortiguada, para empujar y resistir los impactos.

5.- Desgarradora, que permite una mayor penetración en el terreno.

Cada hoja tiene una función específica, sin embargo las más frecuentes son: la recta y la angulable. Esta última muy popular pues tiene una gama más amplia de aplicaciones. Todas vienen equipadas con piezas de desgaste como son la cuchilla en la parte inferior y las puntas de extremo o "gavilanes". Estas piezas son - las que inician el afloje de la excavación y pueden cambiarse cada vez que se -- requiera, en esta forma se protege la hoja que es un elemento caro.

La hoja se monta en un marco que está acoplado al tractor y puede controlarse mediante cables o sistemas hidráulicos. El control de cable, es más sencillo en su mantenimiento, pero el control hidráulico resulta superior pues permite aplicar -

una mayor fuerza de penetración con una fácil manejabilidad. La única desventaja del control hidráulico podría ser el costo de reparaciones por una mala operación al encontrar el tractor dificultades en la excavación. Los fabricantes de tractores también lo son de sus propias hojas.

En las páginas 22,23,24,25,26 y 27 se muestran las características de las hojas topadoras para tractores Caterpillar modelos D 9, D-8 y D-7.

HOJAS TOPADORAS PARA D9

Modelo		9A	9S	9U	9R	9C
Tipo		Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora	Amortiguada
Peso de embarque sin control: Para usarse con Control hidráulico 193	-lb -(kg)	14600 (6600)	14600 (6600)	16200 (7400)	18300 (8300)	12000 (5400)
Dimensiones principales: (Tractor y tepador) Longitud (hoja recta)	-pies -(mm)	23'3 1/4" (7100)	23'2 3/4" (7100)	24'2 3/4" (7400)	23'3" (7100)	22'8 1/2" (6900)
Longitud (hoja en ángulo)	-pies -(mm)	26'3 7/8" (8000)				
Ancho (hoja recta)	-pies -(mm)	15'11 3/4" (4850)	14'5 3/8" (4350)	15'9" (4800)	14'4 1/2" (4350)	10'1" (3050)
Ancho (hoja en ángulo)	-pies -(mm)	14'2" (4300)				
Ancho (sólo con bastidor "C")	-pies -(mm)	12'1" (3700)				

Modelo		9A	9S	9U	9R	9C
Hoja:						
Longitud	–pies. . . .	15'11 3/4"	14'5 3/8"	15'9"	14'4 1/2"	10'1"
	–(mm) . . .	(4850)	(4390)	(4800)	(4360)	(3050)
Altura	–pulg . . .	51 1/4"	71 1/2"	71 1/2"	71 1/2"	60"
	–(mm) . .	(1300)	(1820)	(1820)	(1820)	(1520)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg . . .	23 1/2"	21 1/4"	21 1/4"	21 1/4"	20 3/4"
	–(mm) . . .	(600)	(540)	(540)	(540)	(530)
Inclinación lateral máx.	–pulg . . .	19"	37 1/4"	40 1/2"	37 1/4"	
	–(mm) . . .	(255)	(950)		(950)	
Ajuste máx. del ángulo de ataque			8°	8°	8°	
Giro de la hoja (a cada lado)		25°				
Accesorios:						
Protector de empuje– Bastidor en "C"		Sí	No	No	No	No
–Hoja		No	Sí	No	Sí	No
Peso de embarque (instalada)	–lb	5420	1550		1550	
	–(kg)	(2460)	(700)		(700)	

Modelo		8A	8S	8U	8R	8C
Tipo		Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora	Amortiguada
Peso de embarque sin control:						
Para usarse con Control Hidr. 183, Serie B	–lb	11600	10900	12100	15400	8900
	–(kg)	(5300)	(4950)	(5500)	(7000)	(4050)
Control de Cable 128	–lb	10600	10000	11200		9400
	–(kg)	(4800)	(4550)	(5100)		(4250)
Dimensiones principales: (Tractor y topador)						
Longitud (hoja recta)	– pies	21'8"	21'9"	22'7"	21'9"	22'1"
	–(mm) . . .	(6600)	(6650)	(6900)	(6650)	(6750)
Longitud (hoja en ángulo)	–pies	24'8 1/2"				
	–(mm) . . .	(7550)				
Ancho (hoja recta)	–pies	15'2"	13'1"	13'9"	13'4"	13'4"
	–(mm) . . .	(4600)	(4000)	(4200)	(4050)	(4050)
Ancho (hoja en ángulo)	–pies	13'9"				
	–(mm) . . .	(4200)				
Ancho (sólo con bastidor "C")	–pies	11'4"				
	–(mm) . . .	(3450)				

HOJAS TOPADORAS PARA D3

Modelo		8A	8S	8U	8R	8C
Hoja:						
Longitud	–pies	15'2"	13'1"	13'9"	13'4"	9'10 1/2"
	–(mm)	(4600)	(4000)	(4200)	(4050)	(3000)
Altura	–pulg.	43 5/8"	53 1/2"	53 1/2"	53 1/2"	48 1/4"
	–(mm)	(1110)	(1360)	(1360)	(1360)	(1230)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg.	21 3/4"	18 3/8"*	18 3/8"*	18 3/8"	21"*
	–(mm)	(550)	(470)	(470)	(470)	(530)
Inclinación lateral máx.	–pulg.	13"	34 1/2"	35 3/4"	23 3/8"	
	–(mm)	(330)	(880)	(910)	(590)	
Ajuste máximo del ángulo de ataque			10°	10°		
Giro de la hoja a cada lado		25°				
Accesorios:						
Cilindro de Inclinación Inclin.lateral máx., hidr.	–pulg.		41 3/4"	44"	23 3/8"	
	–(mm)		(1060)	(1120)	(590)	
Protec. de empuje – Bastidor "C"		Sí	No	No	No	No
– Hoja		No	Sí	No	Sí	No
Peso de embarque (instalada)	–lb	5535	750		750	
	–(kg)	(2510)	(340)		(340)	
Dimensiones del cable:						
Diámetro	–pulg.	1/2"	1/2"	1/2"		1/2"
	–(mm)	(12,7)	(12,7)	(12,7)		(12,7)
Longitud para usarse con el Control de Cable No. 128	–pies	92'6"	92'6"	92'6"		92'6"
	–(m)	(28)	(28)	(28)		(28)

*No hay límite en las unidades de Control de Cable.

Modelo			7A	7S	7U	7R
Tipo			Angulable	Recta	En "U"	Desgarradora
Peso de em[illegible] sin [illegible] Para u[illegible]						
Control [illegible]	[illegible]o. No.173	–lb	6700	7100	7900	9100
		–(kg)	(3050)	(3200)	(3600)	(4150)
Control	No.127	–lb	6200	6600		
		–(kg)	(2800)	(3000)		
Dimensio[illegible] (Tract[illegible]	[illegible]ales: [illegible]adora)					
Longitud	[illegible]a)	–pies	18'0"	17'4"	18'10"	17'4"
		–(mm)	(5500)	(5300)	(5750)	(5300)
Longitud	[illegible]ángulo)	–pies	21'0"			
		–(mm)	(6400)			
Ancho (	)	–pies	14'0"	12'0"	12'8"	12'0"
		–(mm)	(4250)	(3650)	(3850)	(3650)
Ancho (	[illegible]gulo)	–pies	12'10"			
		–(mm)	(3900)			
Ancho (bast[illegible]		–pies	10'3"			
		–(mm)	(3100)			

Modelo		7A	7S	7U	7R
Hoja:					
Longitud	–pies	14'0"	12'0"	12'8"	12'0"
	–(mm) . . .	(4250)	(3650)	(3850)	(3650)
Altura	–pulg . . .	38"	50"	50"	50"
	–(mm) . . .	(960)	(1270)	(1270)	(1270)
Descenso máximo por debajo del suelo	–pulg . . .	16 3/4"*	17 1/2"*	17 1/2"	17 1/2"
	–(mm) . . .	(425)	(440)	(440)	(440)
Inclinación lateral máx.	–pulg . . .	18 3/4"	22 1/4"	23 3/4"	21"
	–(mm) . . .	(475)	(560)	(600)	(530)
Ajuste máximo del ángulo de ataque		25°	9°	9°	
Giro de la hoja a cada lado					
Accesorios:					
Cilindro de inclinación lateral					
Inclin. lateral máx., hidr.	–pulg . . .	19"	28 1/2"	30 1/4"	21"
	–(mm) . . .	(485)	(720)	(770)	(530)
Protector de empuje–Bastidor en "C"		Sí	No	No	No
–Hoja		No	Sí	No	Sí
Peso de embarque (instalada)	–lb	1030	650		650
	–(kg)	(470)	(295)		(295)
Dimensiones del cable:					
Diámetro	–pulg . . .	1/2"	1/2"		
	–(mm) . . .	(12,7)	(12,7)		
Longitud para usarse con el Control de Cable No. 127	–pies . . .	72'	72'		
	–(m)	(22)	(22)		

*No hay límite en las unidades de Control de Cable.

El bulldozer tiene diversas aplicaciones y es una máquina muy eficiente para excavar. Tiene ciertas limitaciones, especialmente en la distancia de acarreo y en el nivel del piso de excavación. Lo más conveniente para una mayor producción - sería no acarrear, como una excavación en un camino de penetración que va en - declive, desperdiciando el material, caso poco frecuente, pues los acarreos medios - de un bulldozer son del orden de 30 metros a 50 metros. La distancia máxima de - acarreo aconsejable es de 100 metros. En este caso se aumenta mucho el tiempo del ciclo por la baja velocidad del tractor y disminuye el rendimiento por lo que resulta antieconómico acarrear a distancias mayores de 100 metros. El escurrimiento del material por los lados de la hoja puede ser otro factor que limite la distancia del - acarreo.

El bulldozer tiene varios usos:

- Desmonte, desenraice.
- Limpia de sitios para construcción.
- Construcción y mantenimiento de caminos de acceso.
- Despalme de bancos y arreglo del piso de los mismos.
- Arrojo de material para cargadores frontales.
- Afine rasgo de taludes.
- Formación de bordos con préstamo lateral.
- Relleno de zanjas.
- Empujador de motoescrepas.
- Auxiliar en diversos procedimientos de construcción.
- Excavación y acarreo hasta 100 metros.
- Extendiendo material en terraplenes y remolcando equipo de compactación.

La actividad más frecuente es la de excavar y acarrear en distancias cortas, pero de cualquier modo en los grandes proyectos de ingeniería Civil, casi siempre la vanguardia de la maquinaria la forman los bulldozers y a la vez es la última máquina en dejar la obra pues realizan la limpia final y la conformación de los terrenos atacados. Existen otros aditamentos para los tractores con los cuales tienen más aplicaciones, como son los desgarradores para afloje de excavaciones, las plumas laterales para construcción de ductos, los cucharones para carga de materiales, rembicador de escrepas y otros, pero en estos casos su función no es de bulldozer.

La capacidad de la hoja topadora es de:

$$V = \frac{L\,h^2}{2\,tg\,x}$$

V = Capacidad de la hoja.

L = Longitud de la hoja.

h = Altura de la hoja.

X = Angulo de reposo del material.

Si el talud del material es 2:1, $tg\,X = 1/2$

y $V = 2h^2$

Cuando se trabaja cuesta arriba el volúmen disminuye 4% por cada 1% de pendiente. Al ir cuesta abajo es al contrario. En distancias mayores de 30 metros el rendimiento disminuye 5% por cada 30 metros adicionales.

Un buen operador procura acarrear el material entre montones formados previamente a los lados para evitar pérdida de material por escurrimiento, trabajar cuesta abajo cuando sea posible y trabajar en las velocidades adecuadas para no dañar la máquina.

Para calcular la producción de las hojas topadoras pueden utilizarse los datos contenidos en las páginas 31, 32, 33, 34 y 35 . En la página No. 35 se muestra el factor de corrección por trabajo en pendientes.

Un aspecto que no debe descuidarse nunca es el mantenimiento y la buena lubricación de la máquina. Cambios de aceite y filtros a tiempo, engrase y limpieza diaria, mantenimiento preventivo y operativo oportuno aumentan la vida de la máquina, disminuyen los costos de operación y reparación y benefician la producción. No es necesario conocerlo todo, recurrir al distribuidor para que haga el servicio y capacite al personal es una política correcta. Una máquina en buenas condiciones puede trabajar un 50% a 100% más de horas efectivas al año que una máquina cuyas condiciones de mantenimiento sean ineficaces. El costo horario de una máquina bien vigilada es menor al de una máquina mal cuidada e indudablemente dará mayor rendimiento.

PRODUCCION CON HOJAS TOPADORAS
CALCULO SEGUN FORMULAS Y REGLAS

Se puede obtener la producción estimada de una hoja topadora utilizando las gráficas de producción de las siguientes páginas, como también los factores de corrección aplicables. Debe usarse la siguiente fórmula:

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

Las curvas de producción de las hojas topadoras dan los rendimientos máximos no corregidos para hojas rectas y universales, y se basan en las siguientes condiciones:

1. 100% de eficiencia (60 minutos/hora).
2. Tiempos fijos de 0,05 minutos en máquinas con Servo-Transmisión.
3. La máquina excava por 50 pies (15 m), y luego empuja la carga para arrojarla desde el borde de una escarpa.
4. Densidad de la tierra: 2300 lb/yd³ mater. suelto (1370 kg/m³ mater. suelto), y 3000 lb/yd³ en banco (1790 kg/m³ en banco). El material se expande 30% (factor volumét. de conversión es 0,769).
5. Coeficiente de tracción:
   a. Máquinas de carriles – 0,5 ó más.
   b. Máquinas de ruedas – 0,4 ó más*
6. Se utilizan hojas de control hidráulico.

Para estimar la producción en yd³ en banco, debe aplicarse el adecuado factor volumétrico de conversión (sección de Tablas) a la producción corregida, la cual se obtiene como se ha indicado.

$$\text{Producción } \frac{(m^3 \text{ en banco/hr})}{(yd^3 \text{ en banco/hr})} = \frac{(m^3 \text{ sueltos/hr})}{(yd^3 \text{ sueltas/hr})} \times \text{Factor volumét.}$$

*Se supone que el coeficiente de tracción es por lo menos 0,4. Aunque las malas condiciones del suelo afectan tanto a los vehículos de carriles como a los de ruedas – lo cual obliga a empujar cargas más pequeñas a fin de compensar la pérdida de tracción en el suelo – los efectos en los de ruedas son mucho mayores, y su producción disminuye en mayor grado. Aunque no hay reglas exactas para anticipar dicha reducción, una regla empírica indica que los topadores de ruedas tienen 4% de pérdida por cada centésimo de disminución, cuando el coeficiente de tracción baja de 0,40. Por ejemplo, si éste es de 0,30, la diferencia es 10 centésimos (0,10), y la producción sería del 60% (10 X 4% = 40% de disminución).

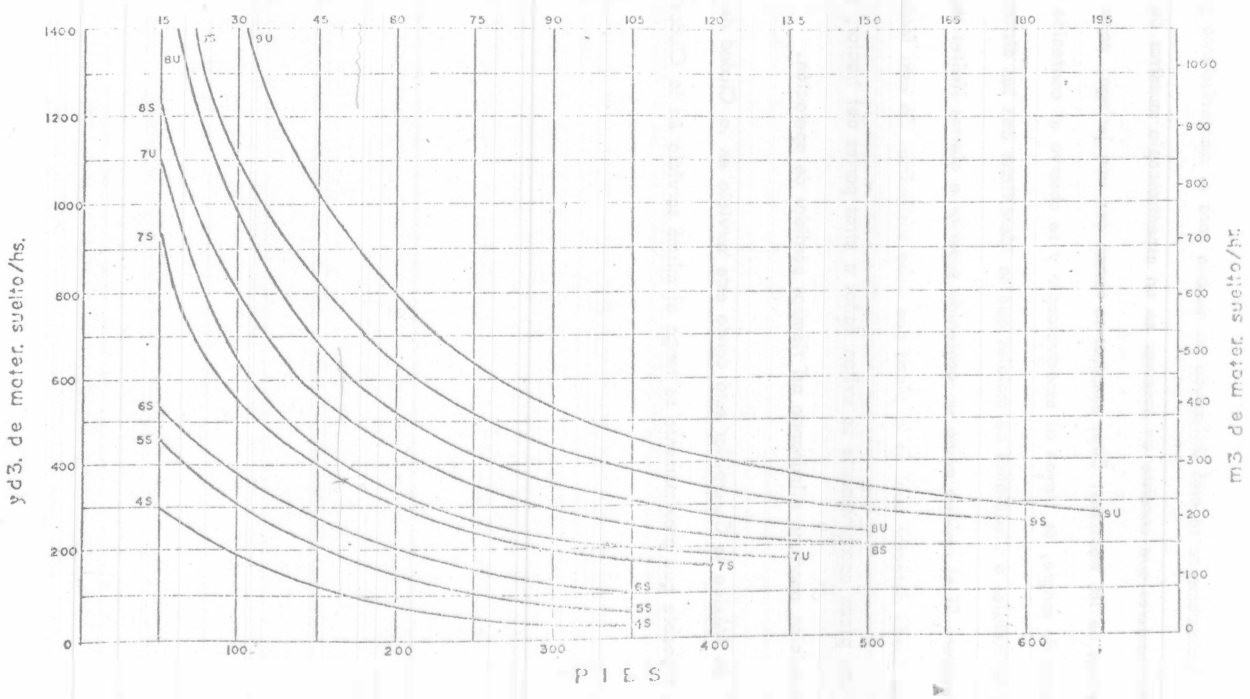
FACTORES DE CORRECCION

CORRECCIONES SEGUN LAS CONDICIONES DEL TRABAJO		Tractor de Carriles	Tractor de Ruedas
OPERADOR:	Excelente	1,00	1,00
	Bueno	0,75	0,60
	Deficiente	0-0,60	0-0,50
MATERIAL:			
1. Peso–factor de corrección:		3000 lb/yd³ banco / Peso efectivo/yd³ banco	ó 2300 lb/yd³ sueltas / Peso efectivo/yd³ sueltas
2. Tipo–			
Material suelto amontonado		1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado			
con cilindro de incl. lateral		0,80	0,75
sin cilindro de incl. lateral		0,70	—
hoja con control de cable		0,60	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, material no cohesivo o material muy pegajoso)		0,80	0,80
Roca desgarrada o dinamitada		0,60-0,80	—
EMPUJE POR METODO DE ZANJA		1,20	1,20
EMPUJE CON DOS TRACTORES JUNTOS		1,15-1,25	1,15-1,25
VISIBILIDAD: polvo, lluvia, nieve, niebla u obscuridad		0,80	0,70
EFICIENCIA DEL TRABAJO:			
50 min/h		0,84	0,84
45 min/h		0,75	0,75
TRANSMISION DIRECTA (tiempo fijo de 0,1 min)		0,80	—
*HOJA:	Hoja angulable (A)	0,50-0,75	—
	Hoja amortiguada (C)	0,50-0,75	0,50-0,75
	Hoja con desgarradores (R)	1,00-1,50	—
	D5 de entrevía estrecha	0,90	—
	Material liviano hoja U (carbón)	1,20	1,20
	Hoja con caja (montones)	1,30	1,30

PENDIENTES: Véase la gráfica de factores de pendientes.

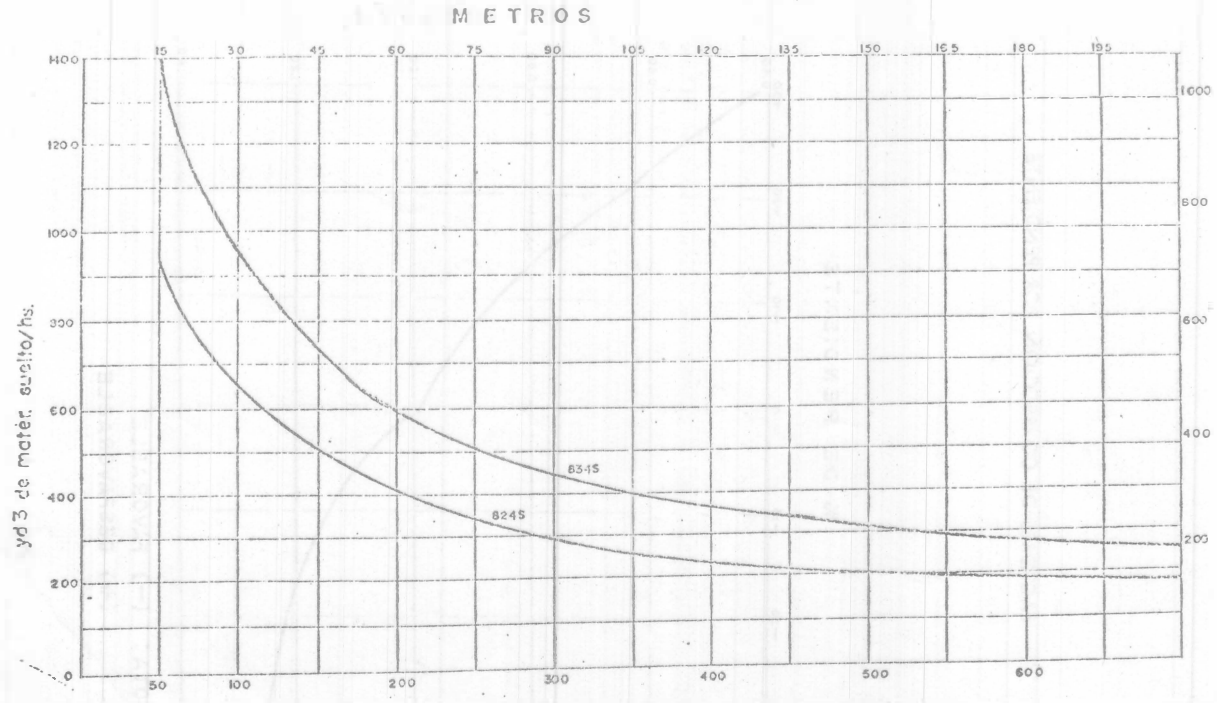
*NOTA: Las hojas angulables y las amortiguadas no se consideran implementos de producción. Según sean las condiciones del trabajo, la hoja A y la C rinden del 50 al 75% de las hojas rectas.
El objeto de las hojas con desgarradores es elevar la producción con materiales duros y aumentar la versatilidad de un tractor topador. En ciertas aplicaciones y condiciones de trabajo, la hoja R

PRODUCCION ESTIMADA DE UN TRACTOR DE CARRILES CON HOJAS TOPADORAS UNIVERSALES Y RECTAS



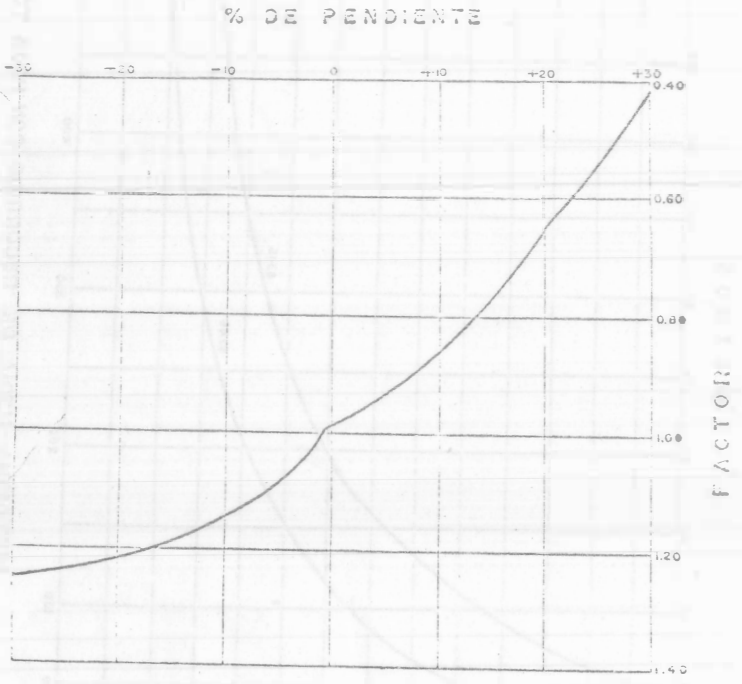
DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA TOPADORA

PRODUCCION ESTIMADA DE TRACTORES DE RUEDAS CON HOJA RECTA



DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA TOPADORA

FACTORES DE CORRECCION POR PENDIENTE



NOTA: (−) FAVORABLE
(+) DESFAVORABLE

Recientemente se está utilizando un método para el mantenimiento preventivo de los tractores que consiste en observar en un espectroscopio muestras de aceite - obtenidas de los tractores. Estas muestras se toman con una jeringa, como si fueran muestras de sangre, se llevan al espectroscopio y se observa el contenido de residuos de metales o aleaciones de metales que se identifican con las distintas piezas del tractor. Si el residuo acusa un contenido superior a ciertos límites especificados se puede detectar cual es la pieza que debe sustituirse. En esta forma al cambiar una pieza oportunamente se evitan daños a otras partes del tractor, se hace - la reposición oportuna eliminando así tiempos perdidos de operación.

En México la Caterpillar está dando este servicio en la Ciudad de Monterrey y es probable que proximamente se tenga el mismo servicio en la Ciudad de México.

DESGARRADORES

Otro aditamento muy útil de los tractores es el arado o desgarrador que en los últimos años ha venido a revolucionar la excavación en roca o de los materiales denominados como "C" ó "III", que normalmente requieren barrenación y - uso de explosivos para su afloje pero que en muchos casos pueden atacarse con el uso del arado. Este es un implemento auxiliar pues de las tres actividades principales del movimiento de tierras que son: excavar, acarrear y colocar, solo realiza el afloje de la excavación.

El arado se acopla a la parte posterior del tractor y consiste en una viga - horizontal la cual tiene en su extremo un vástago vertical y éste a su vez termina en su parte inferior en una punta llamada cosquilla. Al penetrar el vástago -- con su cosquillo un el terreno y ser jalados por la fuerza tractiva van rompiendo la estructura del material que se pretende excavar y logrando con esto el afloje requerido para que pueda cargarse mediante excavadoras frontales o motoescrepas o acarrearse con bulldozer, segun el procedimiento de construcción que se haya - planeado de acuerdo con el proyecto.

El arado es un implemento muy antiguo que se utilizó principalmente para - labores agrícolas, tirado por animales. Su aplicación en la industria de la construcción se inicia durante el presente siglo utilizando el tipo de control de cables, tirado por un tractor y que penetra en el terreno como consecuencia del peso propio del arado. El arado a base de controles hidráulicos, de más reciente diseño, -

permite que la penetración esté provocada por el sistema hidráulico y por el peso del tractor.

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.

Los desgarradores se fabrican de dos tipos: de bisagra y de paralelogramo, - con uno o tres vástagos. Ambos tienen sus funciones específicas, pero en términos generales resulta más atractivo para los constructores el de paralelogramo equipado con un diente.

El de bisagra que puede ser de uno a tres dientes, tiene la desventaja de - que al penetrar el vástago en el terreno modifica su angulo de inclinación. El de paralelogramo penetra conservando siempre el mismo angulo lo cual ofrece una mayor efectividad en el rompimiento del terreno. Este tipo de desgarrador puede realizar excavaciones a mayor profundidad y la distancia entre el vástago y el tractor aumenta, lo que permite desgarrar fragmentos de roca de mayor tamaño.

Anteriormente cuando el constructor se encontraba con el problema de excavar en roca, forzosamente tenía que recurrir al uso de equipo de barrenación y -- explosivos, en cambio actualmente con los arados, rocas con ciertas características geológicas pueden atacarse en forma más económica, pues aparte del costo comparativo, se facilita su utilización al evitar una serie de recursos adicionales que - requieren el uso de explosivos como llevar compresores y perforadoras con todo - su equipo auxiliar, el personal , los riesgos y trámites correspondientes.

Antes de tomar la decisión del equipo por utilizar debe hacerse un cuidadoso análisis con objeto de ver cual resulta más conveniente, pero sobre todo - tener alguna seguridad de que el material por excavar pueda desgarrarse. En -- algunos casos en donde la geología del proyecto lo exige tendrán que usarse - ambos procedimientos.

El arado tiene la ventaja de que acoplándose a un tractor, éste puede tener otros usos, como bulldozer o empujando máquinas.

Es fundamental conocer el tipo de material que se pretende excavar para decidir sobre el uso del arado. En términos generales la decisión no solo se apoya en la dureza de la roca sino en sus condiciones geológicas, pueden ararse si presenta las siguientes características:

- Fracturas y fallas.
- Planos laminados.
- Intemperización.
- Poca dureza.
- Grano grueso.
- Fragilidad
- Conglomerados empacados en materiales arcillosos.

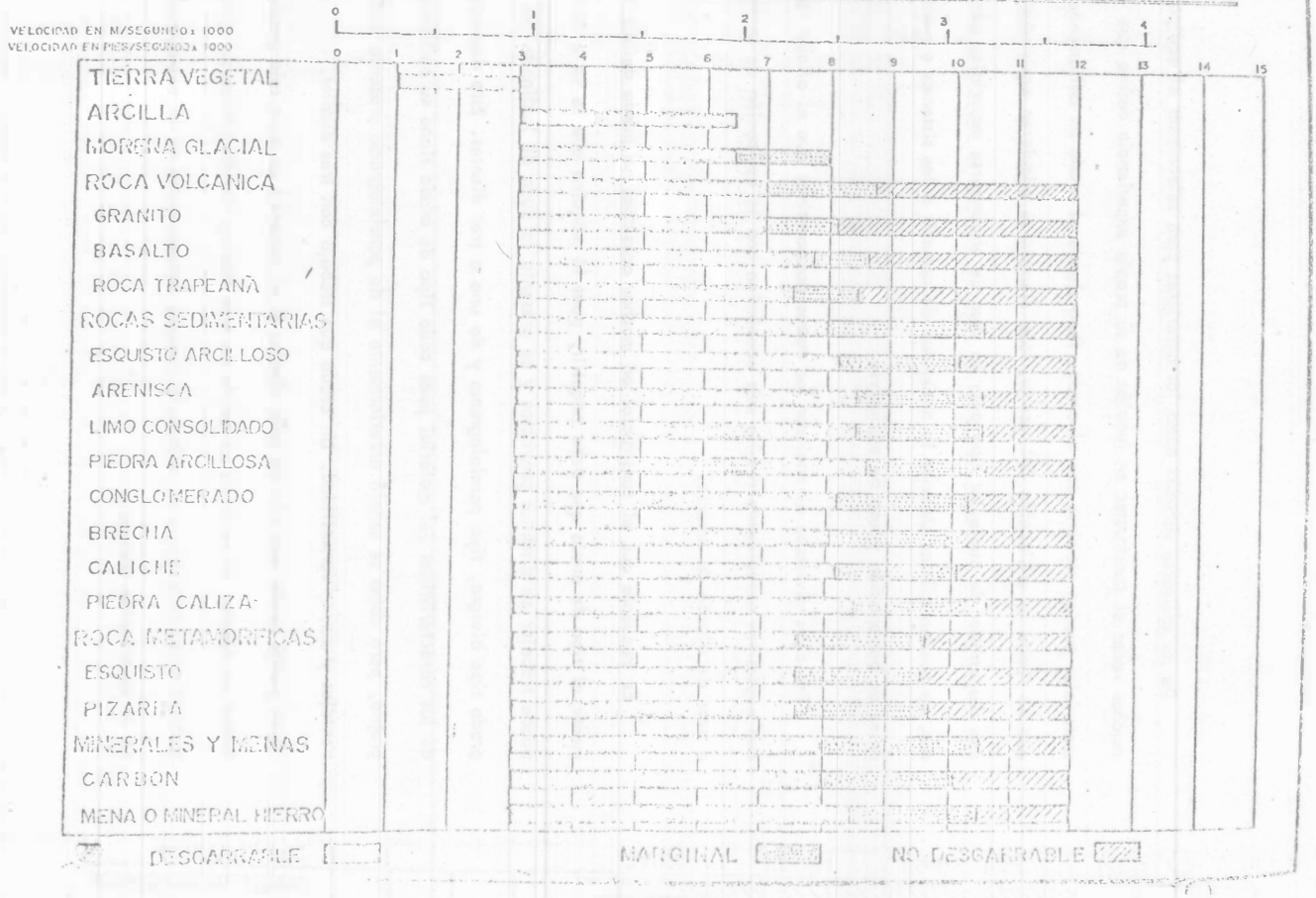
Lo anterior da un indicio de los materiales arables y deben confirmarse a través de exploraciones geológicas, muestras obtenidas mediante sondeos o la observación directa.

Ultimamente se aplica el sistema de refracción sismográfica, muy conveniente cuando se tiene bien definido el proyecto y localizados los sitios que pretenden explotarse. Se basa en que la velocidad de una onda sonora a través de un material compacto es mayor que a través de materiales suaves, de modo que las distintas velocidades sísmicas, definen ciertos límites dentro de los cuales los materiales son susceptibles a desgarrarse. Frecuentemente este sistema se complementa con -- perforaciones y observación directa, sin embargo, de aplicarse la refracción sismográfica deben analizarse con cuidado los resultados para evitar deducciones equivocadas o inciertas.

Se utiliza un aparato llamado geófono que consiste principalmente en un martillo que golpea una placa a diferentes distancias de un receptor, el cual mediante circuitos electrónicos señala el tiempo transcurrido, con lo que se obtienen las velocidades de las ondas sísmicas y se deduce el grado de consolidación de la roca. En las páginas números 41, 42 y 43 se presentan unas gráficas con los rendimientos de los tractores Caterpillar D9G, D8H y D7 equipados con desgarrador en función - de las velocidades sísmicas en distintos tipos de materiales. Como se observa, a -- mayor potencia de tractor mayor rendimiento para los efectos de afloje mediante - arado. Para materiales suaves como tierras vegetales y las arcillas de baja velocidad sísmica es un desperdicio desgarrar, en cambio rocas volcánicas, sedimentarias o metamorficas son desgarrables hasta cierto límite según la velocidad de la onda sísmisa y esto puede redundar en menores costos de producción.

Rendimiento

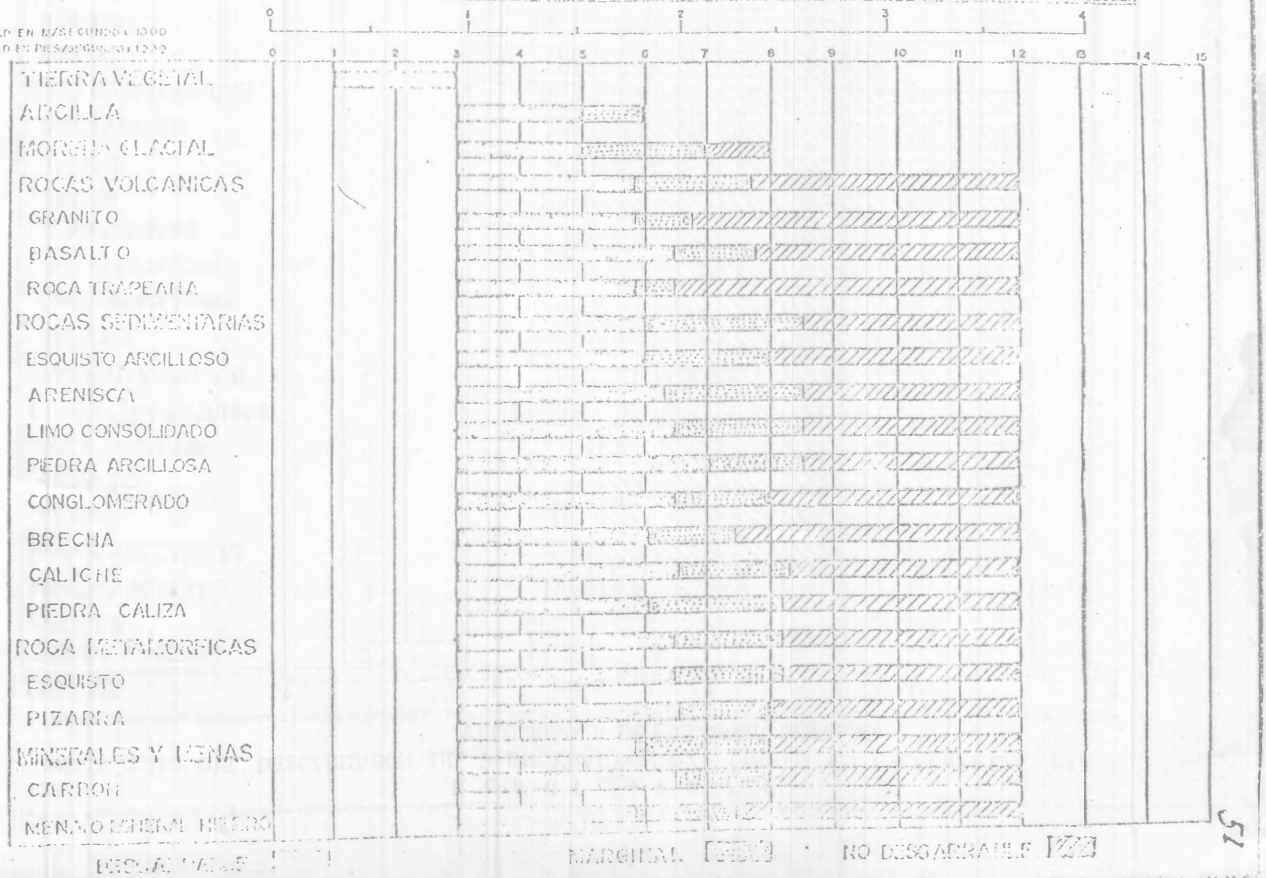
RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 9, SERIE D, DE UNO Y DE VARIOS VASTAGOS, EN TRACTOR D9G (385 hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



50

Rendimiento

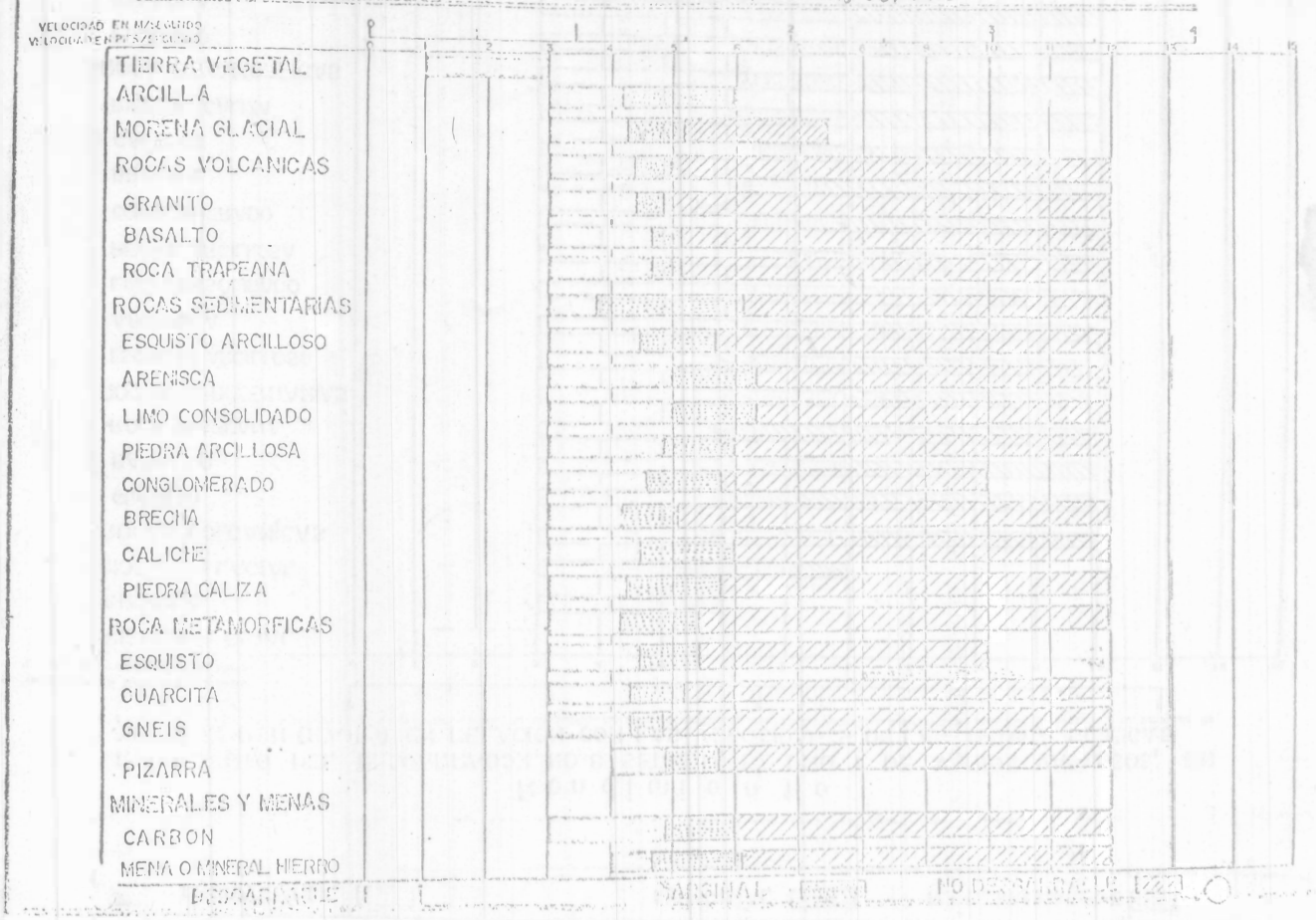
RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 8 SERIE D, DE UNO Y DE VARIOS VASTAGOS, EN TRACTOR D8H (270 hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



51

Rendimiento

RENDIMIENTO DEL DESGARRADOR NO. 7 EN TRACTOR D7E (180Hp) EN RELACION CON LAS VELOCIDADES DE LAS ONDAS SISMICAS



De no aplicarse sistemas como los anteriores para seleccionar el equipo - muchas veces el constructor en función de su propia experiencia define que -- materiales pueden atacarse con el arado. Pero siendo el arado un aditamento - que no limita la utilización del tractor, casi siempre se adquieren equipados - con desgarrador de cualquier tipo pues en caso de encontrarse materiales adecuados, se pueden aflojar sin tener la necesidad de recurrir a los sistemas convencionales de barrenación y uso de explosivos.

No debe olvidarse al analizar los costos comparativos que el aflojar roca - con explosivos actualmente resulta más económico con la aplicación de productos a base de nitrato de amonio.

Es frecuente que el constructor en muchas ocasiones no pueda definir fácilmente el tipo de arado que debe adquirir, pues la máquina que se va a utilizar puede trabajar en distintos proyectos y se presenta la duda de inclinarse por un arado tipo bisagra, tipo paralelogramo y de uno o tres dientes. Esto dependerá - de las características del material pues cada tipo de arado tiene su aplicación - propia, pero como se señaló anteriormente el de paralelogramo presenta muchas ventajas y mayor versatilidad. Un arado que trabaja con tres dientes [illegible] razon podrá rendir más con un solo diente; si el material es duro solo puede penetrar un diente. Si se tiene un arado de tres dientes podrán utilizarse todos o trabajar solamente con uno, esto será siempre consecuencia de la experiencia y de la observación directa.

La longitud del vástago depende de la dificultad de ataque pero debe procurarse aprovecharla hasta donde sea posible, vigilando que no se rompan los vástagos. Ultimamente se ha diseñado un perno con controles hidráulicos que permite al operador del tractor ajustar la longitud necesaria sin moverse de su asiento y además los vástagos tienen una placa protectora para absorver los impactos de la roturación y con esto se evitan los rompimientos frecuentes.

Lo que más se desgasta al desgarrar roca son los casquillos, que se fabrican en tres tamaños: corto, intermedio y largo. Recomiendan los fabricantes usar el tipo de casquillo más largo posible siempre y cuando no se rompa. Esto nos lleva a tomar decisiones en función de resultados previos, pero lo importantes es evitar el rompimiento o desgaste prematuro de los casquillos pues encarecen el costo del desgarramiento.

La profundidad de penetración del vástago en las máquinas modernas puede ser hasta de 84 pulgadas, como cuando se requiere excavar en zanjas, pero esto significa un vástago con casquillos especiales y condiciones de uso rudo pues al aumentar la profundidad habrá tendencia a mayor desgaste y rompimiento de las piezas. Una penetración del órden de 30 ó 40 pulgadas es frecuente.

Los tractores sometidos a los trabajos de desgarramiento sufren deterioro en su sistema de tránsito por lo que es conveniente vigilar la correcta operación para disminuir hasta dónde sea posible los costos de reparación. Se recomienda el uso de zapatas de trabajo sobre roca de servicio extremo en lugar de usar zapatas anchas standard. Una mala operación disminuye los rendimientos y encarece los costos.

especialmente en el caso de encontrarse con materiales muy duros. De preferencia debe trabajarse cuesta abajo, sin embargo en ocasiones conviene trabajar cuesta arriba para que el peso del tractor permita una mayor penetración.

La distancia entre pasos del arado dependerá de las características de la roca y del sistema de carga del material. Si se usan motoescrepas es conveniente obtener tamaños adecuados para facilitar la carga. En caso de utilizar cargadores frontales o palas mecánica, esto permite tamaños mayores. Si el material aflojado se acarrea con bulldozer pueden modificarse aun más las distancias entre pasos. La realidad es que la separación entre cada paso del arado y la penetración del diente debe determinarse mediante tanteos sucesivos.

En la misma situación se encuentra la aplicación de uno o tres dientes, pues lo que busca el constructor es el máximo rendimiento, sin embargo la aplicación de un solo diente es más frecuente.

Los tractores que a su vez desgarren con el arado y empujen motoescrepas que están cargando el material, deben trabajar siempre en el mismo sentido para que puedan fácilmente ejercer ambas funciones.

Otras recomendaciones que señalan los fabricantes es la de aflojar en el sentido en que la estratificación del material facilite el desgarramiento y evitar que el diente penetre cuando el tractor está girando.

Cuando se encuentran materiales que oponen mucha resistencia al desgarre y, previo análisis cuidadoso, pueden utilizarse dos tractores en tandem, el que va adelante equipado con el arado y el que va atrás empujando al primero y aplicando el peso de su hoja topadora sobre el propio arado. En caso de aplicar este procedimiento los arados vienen equipados con un adaptador que recibe la carga horizontal y vertical del tractor empujador.

En las páginas 48, 49 y 50 se presentan las especificaciones de los desgarradores Caterpillar que se acoplan a tractores de carriles modelos D8 y D9. Existen otras marcas de arados que pueden adquirirse en el mercado y el propio fabricante del tractor lo es de este aditamento.

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

DESGARRADORES - TRACTORES DE CARRILES	No. 9D	No. 9D	No. 8D	No. 8D
	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard Profundo	Varios vástagos
Tipo	Ajustable	Ajustable	Ajustable (opción de ajuste manual o hidráulico)	Ajustable (opción de ajuste manual o hidráulico)
Modelo	D9G	D9G	D8H	D8H
Dimensiones principales – tractor y desgarrador				
Longitud, desgarrador abajo – pies y pulg	23'6" (7200)	21'11" (6700)	22'4" (6800)	20'9" (6300)
– (mm)				
Longitud, desgarrador abajo – pies y pulg	24'11" (7600)	23'4" (7100)	23'7" (7200)	22'0" (6700)
– (mm)				
Ancho máximo de desgarrador – pies y pulg	9'11" (3000)	9'11" (3000)	9'2" (2800)	9'2" (2800)
– (mm)				
Vigas: Longitud – pies y pulg	4'1" (1240)	9'5" (2850)	4'1" (1240)	8'3" (2500)
– (mm)				
Sección – pulg	14" x 15" (355 x 380)	14" x 15" (355 x 380)	14" x 15" (355 x 380)	12" x 12 1/2" (305 x 320)
– (mm)				
Espacio libre bajo la viga levantada – pulg	72 1/4" (1840)	72 1/4" (1840)	65 3/4" (1670)	64" (1630)
– (mm)				
en posición baja – pulg	9 1/4" (235)	9 1/4" (235)	16" (405)	14" (355)
– (mm)				

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

DESGARRADORES - TRACTORES DE CARRILES	No. 9D		No. 9D	No. 8D		No. 8D
	Un vástago Desgarramiento Standard	Un vástago Desgarramiento Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard	Un vástago Desgarramiento Profundo	Varios vástagos
Vástagos (uno standard – otros dos optativos):						
Número de vástagos	1		3	1		3
Posiciones de los vástagos	4	6	2	4	6	2
Longitud con la punta –pulg	87"	109"	72"	87"	105"	66"
–(mm)	(2210)	(2750)	(1830)	(2210)	(2750)	(1680)
Sección –pulg	3 1/2" x 14"		3" x 13"	3 1/2" x 14"		3" x 13"
–(mm)	(89 x 355)		(76 x 330)	(89 x 355)		(76 x 330)
Espacio de centro a centro –pulg			53"			46"
–(mm)			(1350)			(1170)
Penetración máxima –pulg	55"	77"	40"	48"	70"	28"
–(mm)	(1400)	(1960)	(1020)	(1220)	(1786)	(710)
Longitud de las puntas –pulg	12"		12"	12"		12"
–(mm)	(305)		(305)	(305)		(305)
Espacio libre bajo la punta Vástago levantado –pulg	44 1/2"		33 1/2"	37 3/4"		32"
–(mm)	(1130)		(850)	(960)		(810)

DESGARRADORES – TRACTORES DE CARRILES	No. 9D		No. 9D	No. 8D		No. 8D
	Un vástago Desgarramiento Standard	Un vástago Desgarramiento Profundo	Varios vástagos	Un vástago Desgarramiento Standard	Un vástago Desgarramiento Profundo	Varios vástagos
Cilindros hidráulicos: Dos de doble acción, diám. y carrera						
Punta –pulg	8.25" x 20.67"		8.25" x 20.67"	7.25" x 16.50"		7.25" x 16.50"
–(mm)	(210 x 525)		(210 x 525)	(184 x 420)		(184 x 420)
Levantamiento –pulg	9.25" x 21.03"		9.25" x 21.03"	8.25" x 18"		8.25" x 18"
–(mm)	(235 x 530)		(235 x 530)	(210 x 455)		(210 x 455)
Ajuste total del vástago						
Hidráulico	33°		33°	28°		28°
Manual				10°		10°
Peso, con inclusión de un diente						
Instalado –lb	13500	13900	14500	9700*	9900*	9361*
–(kg)	(6100)	(6300)	(6600)	(4400)	(4500)	(4250)
Peso de cada diente adicional						
Instalado –lb			800			760
–(kg)			(365)			(370)
ACCESORIOS DEL DESGARRADOR – Puntas optativas:						
Longitud media –pulg				13 1/2"		13 1/2"
–(mm)				(345)		(345)
Largas –pulg	13 1/2"		13 1/2"	15 1/2"		15"
–(mm)	(345)		(345)	(395)		(395)
Extractor hidráulico de pasadores	Optativo	Standard	ND	Optativo	Standard	ND

ND = No disponible *Ajuste manual del vástago. El ajuste hidráulico aumenta el peso en 200 lb (91 kg).

MODELOS ACTUALES CAT
ESPECIFICACIONES

RENDIMIENTO.-

La producción de un tractor aflojando material con un arado dependerá de la separación entre los pasos, profundidad del vástago y de la potencia de la - máquina. Influye la velocidad de marcha pero como ya se indicó debe vigilarse cuidadosamente no exagerarla, pues puede dañar seriamente la máquina.

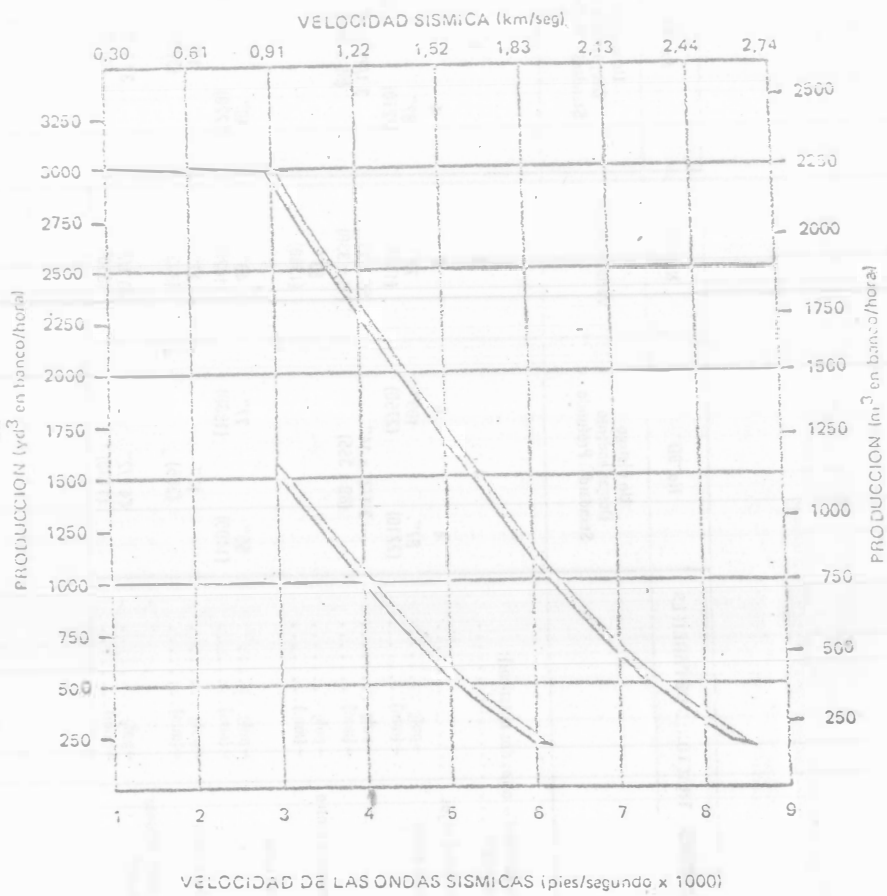
Para determinar la producción se puede aplicar la siguiente formula:

$$P = \frac{a \times h \times v}{n} \times f$$

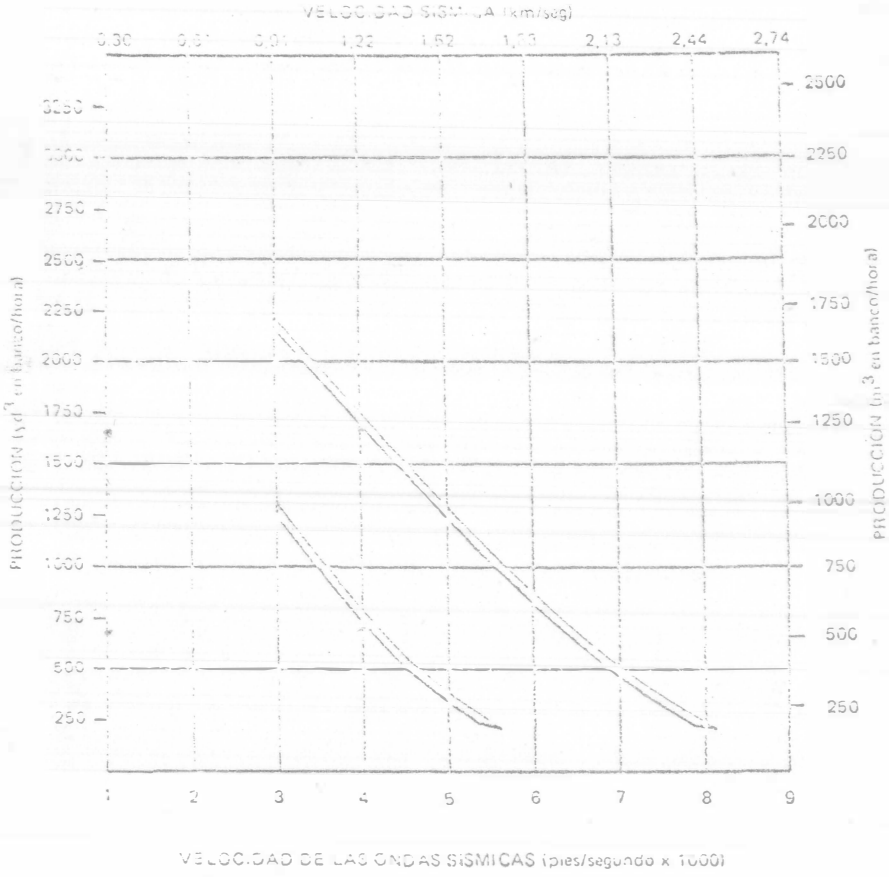
- P, es la producción en M3/hr.
- a, la separación entre pasos en metros.
- h, la penetración del vástago en metros.
- v, la velocidad en metros/hora.
- n, el número de pasos requeridos para aflojar el material.
- f, factor de corrección que se determina por observación directa según el tipo de material de que se trate.

En las páginas 52 y 53 se presentan las producciones estimadas de desgarradoras montando en tractores Caterpillar D9G y D8H. Representan condiciones ideales, por lo que su aplicación debe manejarse con cuidado y adaptándose al tipo de -- trabajo que se está realizando. Se considera en estas gráficas que las máquinas - trabajan con una eficiencia de 100% y para velocidades sísmicas mayores de - - 6 000 pies/segundo debe reducirse la producción en un 25%. Es preferible usar la curva de menor producción y aplicar factores de corrección.

PRODUCCION ESTIMADA DE UN DESGARRADOR 9D montado en un D9G



PRODUCCION ESTIMADA DEL DESGARRADOR 3D montado en tractor D8H



En caso de determinar el rendimiento de un desgarrador en el campo puede hacerse midiendo el volúmen aflojado en un tiempo determinado. El volúmen puede calcularse mediante secciones transversales o mediante viajes de motoescrepa o camión según el caso y aplicando los coeficientes de corrección volumétrica.

No existe un método preciso para cuantificar el rendimiento de un arado - desgarrador, conviene llevar registros de las distintas obras para determinar las - producciones con mayor precisión.

Los costos de operación de tractores trabajando con arados se incrementan en el renglón relativo a reparaciones pues las máquinas están sufriendo mayor - desgaste.

Aflojar el material mediante el uso de desgarradores puede resultar una -- operación económica, pero no es el procedimiento que debe utilizarse siempre, cada caso deberá revisarse con objeto de establecer la bondad de aplicar desgarradores con uno o tres vástagos, utilizar tractores en tandem o bien si las condiciones de la roca lo exigen recurrir al procedimiento convencional de barrenación y explosivos.

La experiencia, como en todos los casos nos debe orientar hacia la decisión correcta, que principalmente será de utilizar sistemas combinados. Como ejemplo reciente, podríamos citar la excavación de la cimentación de la Planta Nucleoeléctrica en Laguna Verde, Ver., que se realizó en basaltos de tipo fracturado y vesicular.

En el primer caso la aplicación de arados tipo paralelogramo con un solo diente fué el procedimiento más económico de aflojar el material y cuando se encontraron los basaltos vesiculares, más homogéneos, no penetraba el diente del arado por lo que fué necesario recurrir a perforar y aflojar mediante nitrato de amonio activado con dinamita y primacord, lográndose en esta forma un procedimiento - mixto que resultó el más adecuado.

Las gráficas y tablas que se presentan fueron tomadas de la "Guía sobre rendimientos Caterpillar".

JAC/srp

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"EXCAVACION Y ACARREOS CON MOTOESCREPAS"

ING. JULIO CESAR ACEVES S.

En las obras de construcción de nuestros días los movimientos de tierra son cada vez más grandes tanto en carreteras, como aeropuertos y presas.

Para efectuar dichos movimientos existen varios tipos de máquinas, siendo las motoescrepas las que mayor demanda han tenido últimamente sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 3000 mts. debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador - vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas a espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de terraplenes, un mejor control en los acabados en cortes, etc.

T-1 Esta máquina consta fundamentalmente de dos partes.

T-1 bis Una caja metálica reforzada soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, electrico o hidráulico, una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el material, una placa metálica móvil en la parte interior, la cual al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto es halado mediante un tractor de ruedas neumáticas que puede ser de uno o dos ejes. Los controles de operación se encuentren en dicho tractor. En las siguientes transparencias (2, 3 y 4) podemos ver en forma esquemática el proceso de carga acarreo y descarga.

T-2 En la 1a. se observa como baja la caja presentando la cuchilla contra el terreno para realizar el corte, en algunos casos la penetración llega a ser hasta de 30 cms. en motoescrepas de 11 a 20 m^3 y del orden de 50 cms. en la de mayor tamaño. De acuerdo con la profundidad del corte y el ancho de la cuchilla será la longitud de corte para el llenado total

T-3 de la caja. Una vez llene la caja se levanta, se cierra la compuerta delantera y se ejecuta el acarreo.

T-4 Llegada al sitio de descarga la operación consiste en bajar la caja, levantar la compuerta delantera y expulsar el material mediante la acción de la placa trasera hacia adelante. Esta actividad se realiza en movimiento y se irá extendiendo el material en una longitud y con un espesor de acuerdo con la abertura de descarga.

Existen y han existido una gran variedad de tipos de esta máqui-

T-5, T-6, T-7 na desde la escrepa de mano, escrepa de arrastre, escrepa de tambor giratorio, etc. hasta llegar a la motoescrepa, las cuales a su vez han tenido una gran evolución debido a los avances en la tecnología.

Los principales adelantos han sido aplicados en los sistemas de operación, desde el sistema por cables, sistema eléctrico, hasta el sistema hidráulico el cuál predomina en la actualidad. Las desventajas más importantes que se presentaban en las 2 primeras eran básicamente.

En el de cables el complicado y lento sistema de operación, así como su alto costo de mantenimiento.

En el eléctrico el polvo, que originaba grandes fallas en los motores y generadores a pesar de todas las protecciones y aditamentos que les fueran adaptados, independientemente también de lo complicado del sistema de manejo.

En el sistema hidráulico se superarón las desventajas iniciales que se tuvieron y que eran básicamente las fugas del líquido por roturas de mangueras y en las conexiones. Al mismo tiempo se obtuvo una gran ventaja que consiste en aprovechar la presión hidráulica en la penetración de la cuchilla en el terreno para la ejecución del corte.

Otra evolución que han tenido las motoescrepas es en relación con el tamaño de las mismas. Podemos ver motoescrepas desde 8 m^3 de capacidad hasta 50 m^3.

T-8 En la transparencia siguiente podemos observar la motoescrepa L-90 Le Tourneau, constituída por un conjunto de 32 mts. de longitud, 3.60 mts. de ancho y una altura al topo de la cabina de 4.20 mts. Todas sus funciones son operadas electricamente por medio de 3 motores diesel de 475 H.P. c/u acoplados a 3 generadores de corriente contínua conectados a 12 motores para las ruedas y mecanismos. Esta motoescrepa carga en 40 segundos sin empujador 50 m^3 de material 4 500 m^3/hora.

T-9 En esta otra transparencia vemos motoescrepa La Terex TS-32 de 43 - yd^3 colmada (33 m^3) operada con sistema hidráulico.

La influencia que tiene el tamaño de la motoescrepa en el costo la - podemos ver en la siguiente curva que aunque es para determinadas condi - ciones específicas de operación, longitud de acarreo, tipo de camino, etc. se puede decir que es representativa.

T-10

En la gráfica vemos como aumenta el costo a medida que disminuye el- tamaño de la motoescrepa tomando como 100% de costo la de 54 yd^3 hasta - llegar a la de 18 yd^3 con un incremento de un 20%.

En el caso particular de México por las características de las obras sobre todo en carreteras y por los criterios de utilización del equipo - las motoescrepas predominantes son las de 14, 18 y en algunos casos las - de 24 yd^3.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrepas y capacidades la tiene la Caterpillar la cual consiste básicamente de 4 grupos con 16 modelos todos operados por medio de siste - mas hidráulicos.

T-11

T-11 bis

MAQUINA	TIPO	CAPACIDAD	NO. DE MODELO
Motoescrepa	Estandard	8-31 m^3	6
Motoescrepa	De potencia en Tandem	11-32 m^3	4
Motoescrepa	De tiro y empuje (Push-Pull)	11-49 m^3	3
Motoescrepa	De autocarga (con mecanismo elevador)	11-31 m^3	3

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

...6

T-12 Las Motoescrepas Estandard tienen un solo motor en el tractor que
T-13 puede ser de uno o 2 ejes con ruedas neumáticas; para ser cargados re-- quieren de la ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador.

Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias o lar - gas con bajas pendientes y caminos de acarreos en buenas condiciones. - Trabajan generalmente en grupo de 2, 3 ó 4 unidades en combinación con- el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

T-14 Las Motoescrepas de 2 Motores se utilizan al igual que las motoes- crepas estandard en distancias intermedias o largas pero debido a su ma yor potencia se adaptan para fuertes pendientes y disminuyen el tiempo de la carga siendo recomendable de todos modos el uso del tractor empujador. Sinembargo en materiales suaves se pueden cargar solas.

T-15 Las Motoescrepas de tiro y empuje (Push-Pull) Este nuevo concepto ha agregado versatilidad a las escrepas de 2 motores, abarcando la ex - tensión de su aplicación a los demás tipos de motoescrepas. Sus ventajas se apoyan principalmente en lo siguiente:

T-16 1.- Se elimina el tractor empujador.
2.- Se elimina el problema de desproporción posible entre el número de- escrepas convencionales y el empujador.
3.- No se carga al costo el tiempo perdido del empujador.
4.- Debido a que estas máquinas trabajan en parejas no tienen que esperar por el empujador, no se tiene amontonamiento de máquinas como - en las convencionales.
5.- Es un equipo balanceado con menor inversión.
6.- El costo por el arreglo consistente en un refuerzo especial en los bastidores y el cuello de ganso más el sistema de enganche representa tan solo de un 6 a un 7% de la inversión de una motoescrepa de - 2 motores.

T-17 Las Motoescrepas Autocargables

Con mecanismo elevador.- Funcionan mediante un sistema de paletas elevadoras las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requieren del tractor empujador, se usan para mate - riales suaves. Son muy útiles para excavar en arenas donde el material-

es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrepas su utilización - está limitada para acarreos cortos y con pendientes muy suaves.

A continuación veremos una película de 8 mm. con duración de 8 minutos aproximadamente en donde podremos observar las operaciones con algunos tipos de Motoescrepas.

Nos queda ahora responder a las siguientes preguntas dado un trabajo determinado: que tipo y que tamaño de Motoescrepa debemos seleccionar?. Suponiendo que se trata por supuesto de un trabajo para Motoescrepas, lo mínimo que debemos conocer es:

T-18

1.- La evaluación de la Obra
2.- Los costos de las máquinas
3.- Los rendimientos y características más importantes de las máquinas (Dimensiones, peso, avances técnicos en sus componentes, etc.)

T-20

1.- Entendemos en este caso por evaluación de la obra las cantidades de volúmenes a mover, las distancias a que hay que mover dichos volúmenes, el tipo de material (arena, limo, arcilla, tepetate, roca, etc.), su - configuración topográfica y todos aquellos datos de la observación directa que permitan escoger la estrategia más conveniente para la realización del trabajo partiendo de la base de ejecutarlo con el mínimo esfuerzo.

2.- Los costos de las máquinas que generalmente se refieren a la unidad horaria y que dependen de muchos factores (vida económica la máquina que depende a su vez del criterio de cada empresario, del lugar donde se - utilice, sobre el nivel del mar o en zonas altas, en zonas desérticas o lluviosas, etc.) pero que basicamente se integran en tres conceptos:

T-21

T-19

1.- Cargos Fijos

a).- Depreciación anual
b).- Intereses seguros impuestos
c).- Reparaciones mayores y menores
d).- Talleres
e).- Almacenaje

...//

II.- Cargos por consumos

a).- Combustibles
b).- Lubricantes
c).- Llantas
d).- Eléctricos
e).- Otros

III.- Cargos por Operación

a).- Salarios de Operadores, Ayudantes, etc. La suma de los 3 cargos nos dará el costo por hora de operación de la máquina.

Los rendimientos son los volúmenes movidos durante la unidad horaria y que pueden ser obtenidas mediante:

1).- Observación directa
2).- Por medio de reglas y fórmulas
3).- Por medio de datos del fabricante

Dado el tema a tratar nos concretaremos a estudiar el aspecto de selección de Motoescrepas analizando los rendimientos y suponiendo sin analizar una determinada obra y los costos de las máquinas.

A continuación presentamos ejemplo de datos de rendimientos obtenidos por observación directa (promedio de 3 observaciones tomadas con cronómetro) de un conjunto de 3 unidades con un empujador en un trabajo de terracerías El material suave y con un acarreo total de 800 mts. en camino sin revestir. Tomando el ciclo de una de las Motoescrepas como observación.

Tiempo medio de espera	0.28	minutos
Tiempo medio de demora	0.23	"
Tiempo medio de carga	0.65	"
Tiempo medio de acarreo	4.20	"
Tiempo medio de descarga	0.58	"
Tiempo medio de retorno	2.08	"
Total	8.00	minutos

...//

Peso de la unidad vacía (en báscula) 22 070 kgs.
Peso de la unidad cargada.

Pesada No. 1	42 375 kgs.
Pesada No. 2	40 720 kgs.
Pesada No. 3	40 260 kgs.
	123 355 kgs.
Peso medio	41 120 kgs.

1.- Peso medio de carga 41 120 - 22 070 = 19 050 kgs.
2.- Peso volumétrico del material 1 890 kg/m^3 en banco.
3.- Carga = $\frac{19\ 050\ kgs.}{1\ 890\ kg/m^3}$ = 10 m^3 en banco
4.- Ciclo = $\frac{60\ minutos}{8.00\ min.}$ = 7.5 viajes/hora
5.- Producción Media = 7.5 x 10 = 75 m^3/hora en banco.

Este sistema es muy útil cuando ya se tienen las máquinas; por medio de muchas observaciones se corrigen las fallas y se llega a obtener el máximo de eficiencia en los trabajos.

T-22

Por medio de Reglas y Fórmulas:

En general el ciclo de una motoescrepa esta formado por los tiempos durante los cuales la máquina carga, acarrea, descarga y regresa al lugar de carga.

a) La carga.- se realizará en el tiempo necesario cuando ayudada o no por el tractor empujador force el material con la cuchilla de la motoescrepa hacia adentro de la caja y quede completamente llena.

b) La descarga.- comprende el tiempo que necesita la máquina para que una vez en el lugar de depósito con la tapa semilevantada, la caja ligeramente inclinada y en movimiento tire todo el material en capas del espesor necesario.

c) Las maniobras.- Son los tiempos que requiere la máquina en las vueltas que ejecute a la entrada de la carga y a la salida de la descarga.

d) Los [illegible] - Son los tiempos que se requieren para ejecutar el cambio [illegible] de la caja de el [illegible] directa. En la actualidad las máquinas son [illegible] y de potencia permiten - - disminuir [illegible] estos tiempos.

e) El acarreo - Es el tiempo que requiere la [illegible] en transportar - - material de la salida del sitio de carga al inicio en el sitio de la carga.

f) El regreso o retorno.- Es el tiempo que requiere la máquina, [illegible] de la salida del sitio de descarga al inicio en el sitio de carga.

Los tiempos anteriores han sido agrupados en 2 tiempos básicos: Tiempos fijos y Tiempos variables. En la transparencia siguiente veremos su división y sus dependencias.

T-23

TIEMPOS FIJOS
- CARGA
  - Tipo de material
  - Maniobras
  - Aceleración
  - Tractor empujador
- DESCARGA
  - Tipo de material
  - Maniobras
  - Longitud de descarga
  - Aceleración

Muy buena 1.0 min
Buena 2.3 min - 2.2 min
Desfavorable 2.4 min

Tiempos variables Longitud de Acarreo.

Resistencia Total
- Resistencia al Rodamiento
  1.- Por penetración llanta 15 kgs. por cada Ton. de máquina por cada 2.5 cms. de penetración.
  2.- Deformación de la llanta - - Fricciones internas de la máquina Fricciones externas por el aire 20 kgs. por cada Ton. de máquina.
- Resistencia por Pendiente.
  - 10 Kg. por cada Ton. de máquina y por cada 1 % de pendiente

Del material que va a ser movido es necesario conocer las siguientes características: PESO VOLUMETRICO, EXPANSION VOLUMETRICA Y COMPRESIBILIDAD.

El - dades de la misma [illegible] el acarreo, no es lo mismo cargar y transportar escoria por ejemplo a transportar arcilla mojada, a mover peso se requiere mayor potencia.

La Expansión Volumétrica es muy importante conocerla dado que la mayoría de las formas de pago al contratista es referida al volúmen del material natural en el banco. Cuando el material es movido de un estado natural su volúmen aumenta; por ejemplo un m^3 de arcilla en estado natural es igual a 1.4 m^3 en estado suelto. Si es transporta arcilla en una motoescrepa de 20 m^3 de capacidad colmada realmente estaría transportando — $\frac{20}{1.4}$ = 14.3 m^3 de material en banco el cual es el que se multiplicaría por el precio de pago y no las 20 m^3 abundada

Para obtener los Pesos Volumétricos así como para los coeficientes de expansión volumétrica, que es la relación de volumen abundado al volúmen en banco, Existen tablas para los distintos tipos de materiales predominantes.

La compresibilidad es el estado del material despues de aumentar artificialmente su peso volumétrico por medios mecánicos compactados mediante la reducción del porcentaje de vacíos al lograr que las partículas encuentren un mayor acomodo, la relación entre el volúmen compactado y el volúmen en banco obtenido de los datos de trabajo nos dara el coeficiente de compresibilidad

Veamos un ejemplo de aplicación de los conceptos anteriores

Volúmen a colocar 10 000 m^3 de arcilla coeficiente de abundancia y el Coeficiente de compresibilidad = 0.8
Se moverá en motoescrepa de 20 m^3 colmados

Se desea saber.

1.- Volúmen en banco necesario.
2.- Número de viajes.

Volúmen en banco =	$\frac{10\,000}{0.8}$	=	12,500 m^3
Capacidad de la motoescrepa			
Referida a banco =	$\frac{20\ m^3}{1.4}$	=	14.3 m^3
Número de viajes =	$\frac{12,500}{14.3}$	=	869

Las maniobras y aceleraciones dependen básicamente de la habilidad del operador.

El objetivo que estamos persiguiendo es el de realizar un trabajo a la mayor velocidad posible para obtener el máximo de volúmen movido en el tiempo mínimo posible y por supuesto al menor costo factorado.

Para lograr esto necesitamos conocer la potencia necesaria de la máquina para realizar el trabajo y las existencias disponibles de las maquinas existentes en el mercado y por conocer la potencia utilizable que es la potencia disponible limitada por las condiciones del trabajo.

Los factores que debemos considerar son:

T-25 Resistencia al Rodamiento que es una medida de la fuerza requerida para empujar o halar y hacer rodar las ruedas en el suelo. Depende de las condiciones del terreno y del peso de la máquina vacía o cargada. Mientras más se hundan las ruedas en el terreno mayor es la resistencia.

La experiencia de como dato.- 15 Kgs. por cada tonelada de carga y por cada 2.5 cms. de penetración. Se puede considerar aproximada para canillos:

Sin revestir	=	7.5 cm. de penetración
Revestidos	=	5.0 cm. de penetración
Pavimentados	=	2.5 cm. de penetración

Otros factores que intervienen son: la deformación de la llanta, el ancho de la misma, el dibujo, la velocidad (a mayor velocidad mayor resistencia del aire), las fricciones internas de los componentes de la maquina, etc...

En una máquina que este funcionando normalmente se consideran los factores anteriores constantes e igual a una resistencia de 20 kgs. por cada Tonelada de máquina cargada o descargada segun sea el caso.

6

Del ejemplo de observación

Una motoescrapa cuyo peso total es 41 120 Kgs. en un camino revestido de penetración de llanta de 7.5 cms. La Resistencia al Rodamiento será:

15 kgs/Ton	x 3 + 20 kgs/Ton	=	65 kg/Ton.
65 kgs/Ton	x 41.120 Tons.	=	2 673 Kgs.

7

Resistencia por Pendiente: Esta resistencia es causada por la fuerza de gravedad, puede ser a favor o en contra, dependiendo del sentido de movimiento de la máquina, se calcula aproximadamente tomando un valor de 10 kg. por tonelada por cada 1 % de inclinación.

Ya tenemos la Resistencia al Rodamiento y la Resistencia por pendiente.

La Resistencia Total = R. R. + R. P.

La Resistencia total nos marca la fuerza de tracción necesaria para mover la máquina.

Esta fuerza de tracción la debemos comparar con la fuerza de Tracción disponible de la máquina, la cual esta intimamente ligada con las diferentes velocidades que desarrolla por medio del sistema de transmisión que tenga. Así tendremos que una máquina desarrolla una gran fuerza de tracción a baja velocidad y poca fuerza de tracción a altas velocidades.

Como ejemplo tenemos:

La Resistencia total de una motoecrepa es de 3 200 kgs. o(fuerza de tracció necesaria), la cual comparamos con las diferentes fuerzas de Tracción -Velocidad de la siguiente tabla:

Transmisión	Velocidad Km/h	Fza. de Tracción disponible. Tons.
1a.	3.7	10.230
2a.	7.3	5.335
3a.	11.6	3.310
4a.	18.3	2.055
5a.	30.3	1.275

La Motoescrepa debe ser operada en 3a. velocidad con una fuerza de tracción 3 310 kgs. y una velocidad de 11.6 km/hora. Podríamos operarla en 1a. ó 2a. pero lo único que conseguiríamos es desperdiciar potencia y en consecuencia ir a menos velocidad. No podemos usar la 4a. ó 5a. porque la máquina no se movería.

La Potencia disponible no siempre es la potencia utilizable, está limitada por dos factores.

Coeficiente de Tracción.- que es la relación que existe entre la fuerza de tracción de las ruedas motrices y la fuerza que puede desarrollar contra el terreno. Es decir si una máquina trabaja en una superficie resbalosa es muy probable que la fuerza que desarrolla con el terreno sea inferior a la fuerza de tracción disponible y entonces las llantas patinarán. Se tienen tablas donde se dan los datos de coeficiente de tracción para diferentes terrenos; por ejemplo en tierra firme el coeficiente de tracción es de 0.50 y en tierra suelta es de 0.40; la fuerza de tracción utilizable se obtiene multiplicando el coeficiente de tracción por el peso sobre la ruedas motrices.

...4

Ejemplo:

T-29

Que fuerza de tracción utilizable en las ruedas puede ejercer una Motoescrepa cuyo peso en las ruedas propulsadas es de 23 600 kgs.

En tierra firme:

0.50 x 23 600 = 11 800 kgs.

En tierra suelta:

0.40 x 23 600 = 9 440 kgs.

El coeficiente de tracción depende del peso sobre las ruedas motrices y de las condiciones del suelo. Siempre podrá corregirse esto mejorando el terreno donde opere la máquina.

Altitud: La altitud es otra limitación a la potencia disponible de la máquina. A medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar la eficiencia de los motores disminuye. En la actualidad algunas máquinas con motor turbo alimentado solo pierden potencia a partir de los 3000 m. sobre el nivel del mar. La mayoría de las máquinas se diseñan para funcionar hasta - 1 500 m. sin pérdida de potencia y se considera un porcentaje del 1% de - pérdida de potencia para cada 100 m. de altitud después de los 1 500 m. - Cada fabricante proporciona tablas para corregir la potencia disponible - por altitud.

En resúmen estas son las secuencias para calcular la velocidad de trabajo de una máquina.

T-30

SECUENCIAS PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA MAQUINA

1o.- Determínese la Fuerza de tracción necesaria que es la suma de la Resistencia al Rodamiento más la Resistencia por Pendiente.

2o.- Compárese la Fuerza de Tracción necesaria con la Fuerza de Tracción - Velocidad disponible de las especificaciones de la máquina.

...#

3o.- De la comparación anterior selecciónese la más alta velocidad que sea aconsejable usar.

4o.- En caso necesario considérese la tracción que ofrece el terreno y determínese la Fuerza de Tracción Utilizable - Velocidad.

5o.- Si el trabajo se lleva a cabo a una altitud mayor de 1 500 mts. calcúlese la pérdida de potencia y revísese la nueva velocidad más aconsejable.

Una vez conocida la velocidad adecuada para la máquina en los diferentes tramos del camino de acarreo, estamos en posibilidad de calcular la velocidad media. Los fabricantes aconsejan que se multiplique la velocidad - máxima por 0.65, suponiendo que la máquina parte del reposo. Si se supone - que parte de una velocidad inicial el factor se modificará.

En general a lo largo de un camino podemos suponer que se presentan diferentes pendientes, diferentes resistencias al rodamiento y que no son factibles o convenientes de modificarse, en este caso las relaciones de trans - misión de la máquina en movimiento, serán variables, es decir se requieran - varios cambios de Transmisión. Para calcular la velocidad media se acostumbra en estos casos dividir el camino en los diferentes tramos y hacer el análisis de cada uno de ellos, calculando su velocidad media.

Una vez conocida la velocidad media y la longitud de recorrido estamos en posibilidad de calcular el tiempo o los tiempos en los diferentes tramos con solo dividir dicha longitud entre la velocidad media.

La suma de los tiempos de ida y vuelta más los tiempos fijos nos dará el Tiempo Total del Ciclo de Operación de la máquina.

Con este tiempo podemos calcular la producción horaria de la máquina y el costo por m^3 de material movido en Banco.

...#

T-31

Ejemplo para ver el proceso de cálculo

Problema:

La empresa "A" tiene que ejecutar un trabajo consistente en mover - 800 000 m^3 para la construcción de una pista de aterrizaje, cuenta la Empresa con el siguiente Equipo.

6 Motoescrepas. Caterpillar 621 de 15 m^3 de capacidad colmada.
2 Tractores D-8H con empujador amortiguado.

Se supone que no se ejecutará la compactación del material, unicamente la - extracción, carga, acarreo, transporte y colocación en capas del mismo.

Los datos son:

Material	-	limo arenoso seco
Peso Volumétrico	-	1 600 kg/m^3
Altitud S.N.M.	-	2 000 m.
Longitud de acarreo	-	1 300 mts. de los cuales:
1 000 mts.	-	Tienen 4% de pendiente Adversa.
y 300 mts. tienen	-	2% Favorables
Coeficiente de abundamiento	=	1.25 o su recíproco 0.8
Peso de la máquina vacía	=	23. 6 Tons.
Peso de la máquina cargada del equipo	=	23.6 Tons. + 1 600xC.8x15 m^3= 43

Costos horarios: según la Empresa

Tractor	-	$ 230/hora
Motoescrepa	-	$ 320/hora

La Empresa desea saber el costo por m^3 en banco más barato con los siguientes tipos de camino de acarreo.

a) Sin revestir
b) Revestido
c) Pavimentado.

T-32

I.- Suposición de los tiempos fijos
Dada la experiencia que tiene la empresa de acuerdo con su Equipo, como tiempos fijos (carga y descarga) = 1.3 minutos.

II.- Cálculo de los tiempos variables:

A).- Resistencia al Rodamiento = 15 kg/por cada Ton. de máquina
2.5 cm. de penetración.

7.5 cm. en camino sin revestir	=	25 Kg/ton M.
3.0 cm. en camino revestido	=	30 Kg/ton M.
2.5 cm. en camino pavimentado	=	15 Kg/ton. M.

A estas cantidades habrá que sumarle 20 Kg/ton. M. por deformación de llanta, fracciones internas; etc.

B).- Resistencia por Pendiente: 10 Kg/Ton. M. por cada 1%

Sección de 1000 m de ida	= 4% x 10	= 40 Kg/T.M.
Sección de 300 m. de ida	= 2% x 10	= 20 Kg/T.M.
Sección de 1000 m. de regreso	= 4% x 10	= 40 Kg/T.M.
Sección de 300 m. de regreso	= 2% x 10	= 20 Kg/T.M.

RESUMIENDO

T-33

DE IDA (CARGADA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	P. por P. Kg/T.M. 1000 m.	300 m.	R. Total Kg/T.M. 1000 m.	300 m.
Sin revestir	65	40	-20	105	45
Revestido	50	40	-20	90	30
Pavimentado	35	40	-20	75	15

T-33

DE [illegible] (VACIA)

Tipo de Camino	Resist. al Rod. Kg/T.M.	R. por P. Kg/T.M. 300 m.	1000 m.	R. Total Kg/T.M. 300 m.	1000 m.
Sin revestir	65	20	-40	85	25
Revestido	50	20	-40	70	10
Pavimentado	35	20	-40	55	-15

Cálculo de la R. Total o Rimpull de la máquina.
Resistencia Total x Peso de la máquina cargada.
Resistencia total x Peso de la máquina vacía.

También la Resistencia Total puede hacerse equivalente a la pendiente de un camino ficticio es decir si tenemos que la resistencia por pendiente es igual a 10 kg. por cada Ton. de Máquina y por cada 1% de pendiente bastaría dividir - la resistencia total entre 10 para obtener el % de pendiente equivalente. Esto se hace en virtud de que las gráficas de algunos fabricantes las presentan como Rimpull o en % de pendiente o ambos.

T-34

PESO MOTOESCREPA CARGADA = 48 TONS. DE IDA

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull Toneladas 1000	300	R. T. en % Pendiente 1000	300
Sin revestir 105 - 45	4.5	1.9	10.5	4.5
Revestido 90 - 30	3.9	1.3	9.0	3.0
Pavimentado 75 - 15	3.2	0.7	7.5	1.5

...#

T-34

PESO MOTOESCREPA VACIA = 23.6 TON. DE REGRESO

Tipo de Camino	R. T. o Rimpull toneladas 300	1000	R.T. en % de Pendiente 300	1000
Sin revestir 85 - 25	2.0	0.6	8.5	2.5
Revestido 70 - 10	1.7	0.2	7.0	1.0
Pavimentado 55 - (-15)	1.3	-0.1	5.5	-1.5

Cuando se obtiene el Rimpull o el % de pendiente negativo quiere decir que la máquina puede acelerarse más allá de su velocidad máxima permisible, sinembargo las máquinas actuales tienen un retardador que impide que esto - suceda, evitando el uso excesivo de los frenos.

T-35

Revisemos el coeficiente de Tracción contra el suelo para las condiciones - más desfavorables.

Coeficiente en camino sin revestir = 0.45

Peso de la máquina cargada en las ruedas motrices 63%

0.63 x 43 T x 0.45 = 12 T.

Peso de la máquina vacía en las ruedas motrices 63%

0.63 x 23.6 T. x 0.45 = 6.6 T.

Cubren ampliamente para las resistencias totales de 4.5 Tons. cargada y - 2.0 Tons. vacía.

T-36

Corrección por altitud.

La máquina puede trabajar al 100% de potencia a 1 500 m., los 500 mts. restantes serán igual a:

$$\frac{500 \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ mts.}}{100} = 5\%$$

Habrá que multiplicar las Resistencias Totales o Rimpull de los cuadros anteriores por 1.05 .

...#

MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL) 1000	300	R. T. % DE PENDIENTE 1000	300
Sin revestir	4.7	2.0	11.0	4.7
Revestido	4.1	1.4	9.5	3.2
Pavimentado	3.3	0.7	8.0	1.3

MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	R. T. TONS. (RIMPULL) 300	1000	R. T. % DE PENDIENTE 300	1000
Sin revestir	2.1	0.6	9.0	2.6
Revestido	1.8	0.2	7.5	1.1
Pavimentado	1.4	-0.1	6.0	-1.6

Con los datos anteriores entramos a la gráfica proporcionada por el fabricante.

T-37

...#

Se puede entrar con el Rimpull o con el % de pendiente por ejemplo para 4.7 de Rimpull o 11% de pendiente, se procede de la siguiente forma:
En dónde dice Fuerza de Tracción o Rimpull de la escala vertical del lado izquierdo, buscamos 4.7 Tons. seguimos en una línea horizontal hasta interceptar la curva correspondiente a la 4a. velocidad, de este punto bajamos verticalmente y encontramos en la escala horizontal la velocidad de 15 Km/h.

Si procedemos con la pendiente, buscamos del lado derecho en la escala aproximadamente el 11% de pendiente descendemos en una línea paralela a las demás líneas marcadas y dónde cruce con la línea punteada vertical de carga de 21 800 kgs. trazamos una horizontal hacia la izquierda hasta encontrar el mismo punto de cruce con la curva correspondiente a la 4a. velocidad, después procedemos igual que en el caso anterior, bajamos verticalmente y encontramos la misma velocidad de 15 Km./hora.

Procediendo de la misma forma para todos los casos obtenemos los siguientes resultados:

T-38

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión	Velocidad para los 300 m.	Transmisión
Sin Revestir	15 Km/h.	4a.	34 km/h.	7a.
Revestido	16 Km/h.	4a.	48 km/h.	8a.
Pavimentado	20 Km/h.	5a.	50 km/h.	8a.

VELOCIDADES DE LA MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Transmisión.	Velocidad para los 1000 m.	Transmisión
Sin Revestir	34 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Revestido	37 km/h.	7a.	50 km/h.	8a.
Pavimentado	49 km/h.	8a.	50 km/h.	8a.

...#

Las tablas anteriores son muy importantes ya que físicamente en el camino se puedan colocar en un cuadro, como las señales de velocidad de los caminos, - la velocidad a la que debe transitar la Motoescrepa.

Por ejemplo si se escogiera el tipo de camino pavimentado:

A la salida del corte se marcaría 20 Km/h. y a los 1000 mts. otra señal - que indicará 50 km/h en el sentido de ida. Y de regreso, prácticamente desde - la salida del tiro hasta la entrada del corte 50 Km/h.

T-39

Las velocidades anteriores son las velocidades máximas, debemos multiplicarlas por 0.65 para obtener las velocidades medias que consideran las aceleraciones y desaceleraciones.

T-40

VELOCIDADES MEDIAS (CARGADA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 1000 m.	Velocidad para los 300 m.
Sin revestir	10 Km/h.	22 Km/h.
Revestido	11 Km/h.	31 Km/h.
Pavimentado	13 km/h.	35 Km/h.

VELOCIDADES MEDIAS (VACIA)

Tipo de Camino	Velocidad para los 300 m.	Velocidad para los 1000 m.
Sin revestir	22 Km/h.	35 Km/h.
Revestido	24 Km/h.	35 Km/h.
Pavimentado	31 Km/h.	35 Km/h.

...#

Con las velocidades medias y las longitudes podemos calcular los tiempos; bastará dividir la longitud por 60 minutos entre la velocidad en metros - por hora.

$$t = \frac{L \times 60}{V\ (m/h).} = \text{tiempo en minutos}$$

T-41

TIEMPOS DE MOTOESCREPA CARGADA

Tipo de Camino	Tiempo en los 1000 m.	Tiempo en los 300 m.	T. Total
Sin revestir	6.0 min.	0.8 min.	6.8 min.
Revestido	5.5 min.	0.6 min.	6.1 min.
Pavimentado	4.6 min.	0.5 min.	5.1 min.

TIEMPOS DE MOTOESCREPA VACIA

Tipo de Camino	Tiempo en los 300 m.	Tiempo en los 1000 m.	T. Total
Sin revestir	0.8 min.	1.7 min.	2.5 min.
Revestido	0.7 min.	1.7 min.	2.4 min.
Pavimentado	0.6 min.	1.7 min.	2.3 min.

El siguiente paso es obtener el tiempo total del ciclo. (Tiempos fijos más tiempos variables) y la producción horaria en banco.

...#

T-42

TIEMPO TOTAL DEL CICLO EN MINUTOS Y M^3/H. EN BANCO.

Tipo de Camino	Tiempos Fijos	Tiempos variables ida	Tiempos variables regreso	Tiempo Total	Número de viajes por Hora	M^3/H
Sin revestir	1.3	6.0	2.5	10.5	5.7	69
Revestido	1.3	6.1	2.4	9.8	6.1	75
Pavimentado	1.3	5.1	2.3	8.7	6.9	83

COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO = 1.25 ó 0.8 por el P.

CAPACIDAD COLMADA DE LA MOTOESCREPA = 15 m^3

CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA EN BANCO = 15 x 0.8 = 12 m^3

Esta producción esta considerada para horas de 60 minutos, es lógico pensar que esto es poco real en virtud de que intervienen factores tales como la experiencia, la habilidad de los operadores, descomposturas, demoras imprevistas, etc., por lo cual la producción al 100% de eficiencia deberá afectársele del factor de eficiencia que considere cada empresa de acuerdo con su experiencia en términos generales un factor de eficiencia del 70% es bastante bueno. Con esto último calcularemos la producción real, el costo por m^3 de material movido en banco. Antes de pasar a realizar este cálculo analizaremos si el equipo de 2 tractores y 6 motoescrepas esta balanceado.

Las maniobras que realiza el empujador considerando que tiene placa amortiguadora hasta para una velocidad de 8 km/h y que no tiene pérdida en el acomedo para el empuje son: Impulso, retorno y maniobras se considera que este tiempo lo realiza entre 1.6 minutos con mucha eficiencia y 2.4 con regular. Tomaremos para este caso 2 minutos, el valor medio.

...#

T-43

NUMERO DE MOTOESCREPAS

Tipo de Camino	Tiempo del ciclo de la Motoescrepa	Tiempo de ciclo del tractor empujador.	Número de Motoescrepas
Sin revestir	10.6	2.0	6
Revestido	9.8	2.0	5
Pavimentado	8.7	2.0	5

De este cuadro se observa que en el peor de los casos se requiere unicamente 1 tractor empujador y 6 motoescrepas.

T-44

Costo de los conjuntos:

Costo horario del tractor $ 280.00/hora

Costo horario Motoescrepa $ 320.00/hora

Costo conjunto 1 tractor y 6 Motoescrepas.

1 x $ 280.00 = $ 280.00/h.

6 x $ 320.00 = $ 1920.00/h.

Costo Total = $ 2200.00/h.

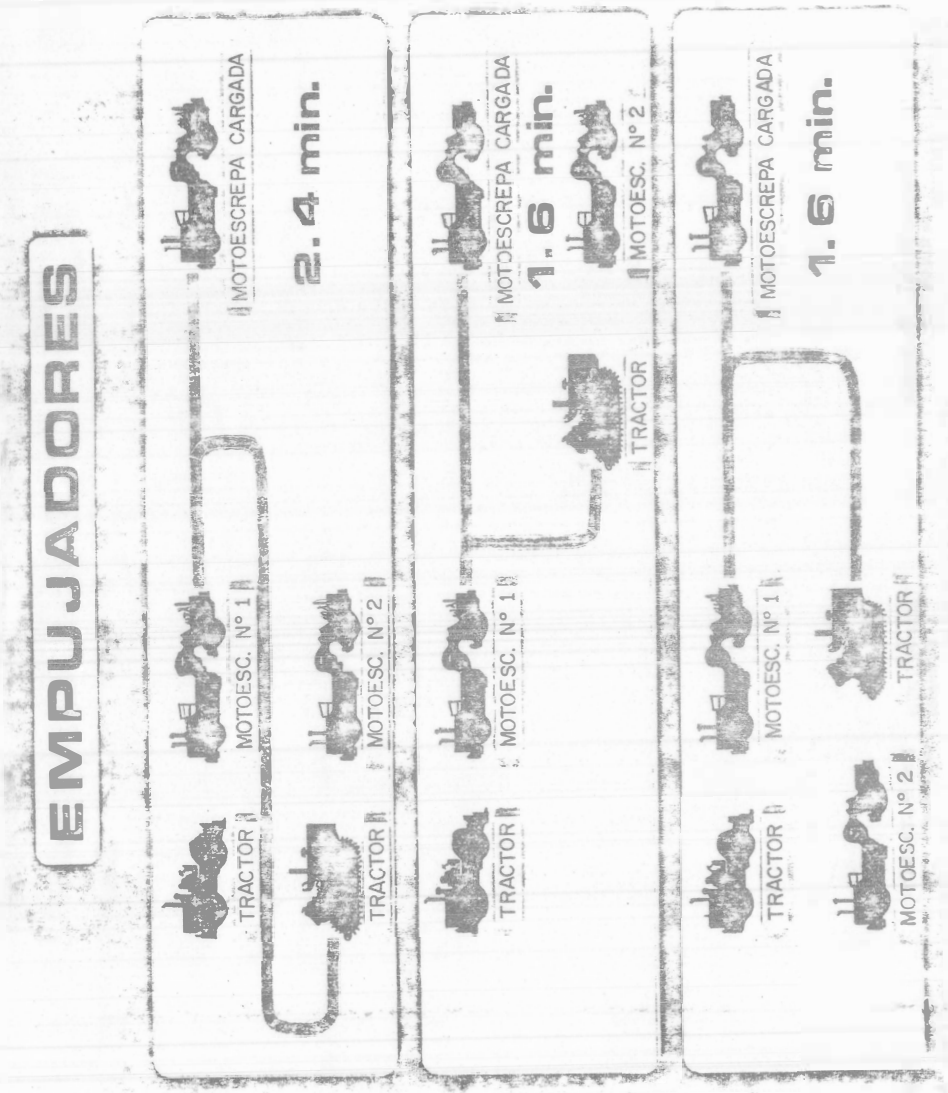
Costo conjunto 1 tractor y 5 Motoescrepas.

1 x $ 280.00 = $ 280.00/h.

5 x $ 320.00 = $ 1600.00/h.

Costo Total = $ 1880.00/h

...#



Problema:

Una compañía tiene por realizar un movimiento de tierras consistente en excavar y acarrear a una distancia de 300 m. un material limo arenoso, con un peso volumétrico de 1 500 kg/m^3 en banco y un coeficiente de abundamiento de - 1.2 .

Las máquinas posibles de usarse son:

	Máquina	Tiempo carga maniobras y descarga Minutos	Capacidad (m^3)	Peso máquina v a c í a Toneladas	Costo Horario
a)	621 (1 motor)	1.3	10.7 a 15.3	23.6	$ 320.00/h
b)	627 T. y E. (2 motores)	1.7 (las 2 motoesc)	10.7 a 15.3	28.8	$ 380.00/h
c)	637 (2 motores)	1.2	16.0 a 23.0	37.95	$ 420.00/h
d)	637 T. y E. (2 motores)	1.6 (las 2 motoesc)	16.0 a 23.0	37.95	$ 460.00/h

a) Las 621 son ayudadas a cargar con un Tractor D-8 serie H.

c) Las 637 son ayudadas a cargar con un Tractor D-9 serie G.

El lugar de la obra se encuentra a 2 800 m. sobre el nivel del mar.

La resistencia total al rodamiento es de 100 kg/ton.

La longitud total de acarreo (cargada y vacía) = 600 m.

Se necesita determinar el grupo de máquinas que dé el costo más bajo por métro cúbico movido en banco.

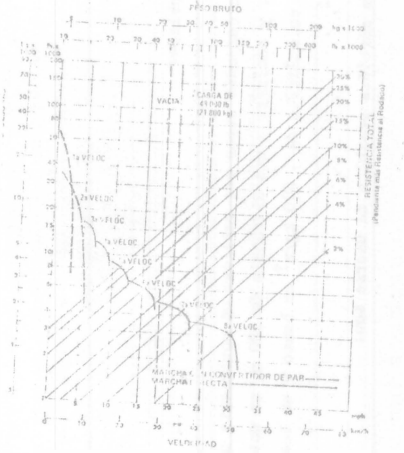
Los tiempos y costos de los Tractores son:

Máquina	Tiempo Ciclo	Costo
D8H	1.5 a 2 min.	$ 280.00/h
D9G	1.5 a 2 min.	$ 350.00/h.

Producción

Tractores-Traíllas de Ruedas

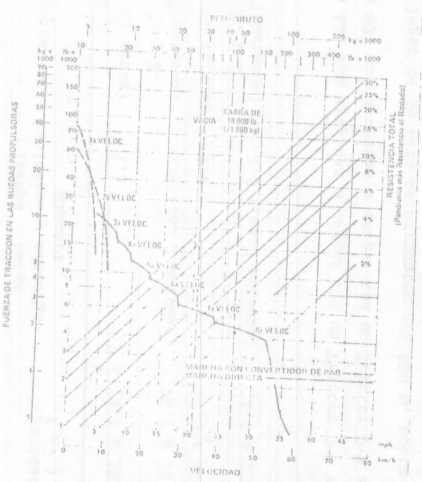
621 – FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS



Producción

Tractores-Traíllas de Ruedas

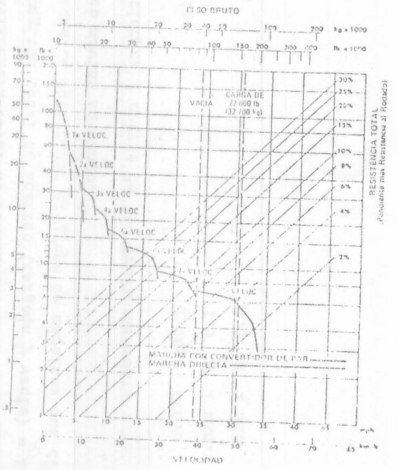
627 – FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS



Tractores-Traíllas de Ruedas

Producción

637 – FUERZA DE TRACCION EN LAS RUEDAS



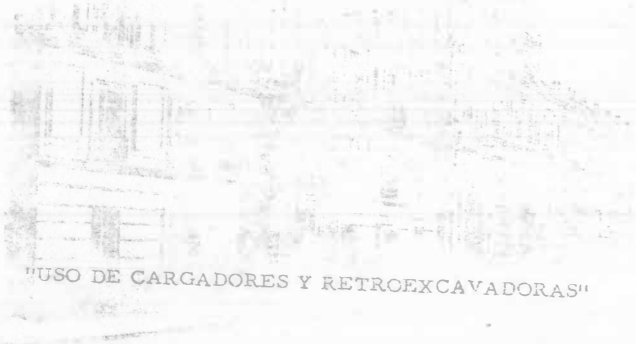
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M



CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS



"USO DE CARGADORES Y RETROEXCAVADORAS"

ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI M.

ORIGEN DE LOS CARGADORES

La evolución de tractores potentes para el movimiento de tierras y el manejo de otros materiales pesados se ha producido con la rapidez que es imposible generalizar acerca de las mejoras adicionales que aún puedan conseguirse en este tipo de máquinas. En los pocos años transcurridos desde 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 hecho una realidad tanto de los tractores de ruedas como de orugas que son en la actualidad adecuados virtualmente para todo tipo de trabajo intensivo realizable con tractor.

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, que se colocaba en la parte delantera del tractor. Cuando el bote estaba a nivel de piso, el tractor avanzaba hacia adelante y el bote se introducía en el material para cargar; después se subía el bote a base de cables y poleas accionadas por una toma de fuerza del motor del tractor, y con el bote en esta posición, el tractor se movía hasta colocarse con el bote en la parte superior del vehículo, que se deseaba cargar y se dejaba que el bote girara por el peso del material, y del bote mismo, aflojando uno de los cables de control. De este tipo de equipo quedan muy pocos trabajando pero fueron el origen de los actuales. Estas máquinas tenían embrague de fricción y ejes de tipo usado en automoción, apenas si podían realizar trabajos de carga de materiales sueltos.

El trabajo pesado, incluyendo la excavación de material en su estado natural, estaba reservado casi por entero a las excavadoras giratorias montadas sobre orugas.

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. El constructor de carreteras, por ejemplo, se enfrentó con el uso de maquinaria que no se adaptaba al ritmo de aumento del costo de los trabajos. Acudió pues, a los fabricantes de maquinaria para la construcción; la necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, es decir, un tractor cargador que proporcionase:

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

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

Todo el concepto de mover una amplia variedad de materiales, en mayores cantidades, a menor costo, gracias a la velocidad, potencia y movilidad, operando eficazmente, y con una sola máquina, pasó de ser un proyecto para convertirse en un hecho tan pronto como los ingenieros desarrollaron los nuevos componentes.

El campo de aplicación de los tractores sobre ruedas se ha popularizado al resolverse paulatinamente el problema histórico de obtener en la barra de arrastre la potencia adecuada en las más variadas condiciones, problema que ha señalado durante mucho tiempo la división entre tractores de oruga y sobre neumáticos.

En el año de 1954, Clark Equipment Company, lanzó al mercado su primer tractor Michigan con tracción en las cuatro ruedas, convertidor de par, transmisión automática y reducciones planetarias en las ruedas, bajo la denominación de cargador modelo 75-A, el papel del tractor de ruedas en las tareas de movimientos de tierras y manejos de otros materiales pesados, se hallaba estrechamente limitado.

Al principio, en la línea de tractores cargadores, resultaba evidente que el eslabón más débil eran los organismos de transmisión de la fuerza motriz desde el motor hasta las ruedas. De hecho, para fabricar una línea de tractores cargadores que pudiese resistir las cargas de una ardua excavación y al mismo tiempo proporcionar otras características deseables, se hizo preciso proyectar piezas diseñadas exclusivamente para este tipo de máquina.

El convertidor de par remplazó al embrague convencional. Para excavar y cargar materiales compactos el convertidor suministra un par de torsión que varía en forma continua. A diferencia del embrague de fricción corriente, el convertidor de par tiene la capacidad de multiplicar la porción. El par de torsión suministrado se adapta automáticamente a la demanda de carga. Para aprovechar plenamente la potencia que se desarrolla mediante el conjunto motoconvertidor de par, se instaló un cambio automático de cuatro velocidades. Todos los ejes se montaron sobre rodamientos de bola y rodillos, de larga duración y funcionamiento suave. Los engranajes de toda la gama de velocidades hacia adelante y hacia atrás engranan en toma constante. Los embragues hidráulicos de acción rápida que controlan el par suministrado al árbol principal de transmisión se accionan con facilidad y precisión mediante la palanca de control situadas en la columna de dirección.

Los ejes motores, tanto el de dirección como el de carga y sus carcasas hubieron de fabricarse con aceros de la más alta resistencia, para que pudieran soportar las durísimas condiciones de trabajo inherentes a la utilización de las máquinas en los terrenos más accidentados.

En el eje motor de dirección la fuerza de accionamiento es transmitida por el árbol del eje al piñón planetario a través de una junta universal.

Ponemos de relieve los puntos que enlazedan sencillamente porque fueron, y aún son, factores esenciales en el diseño de un tractor realmente funcional y adecuado para infinidad de aplicaciones. Gracias a esta tecnología avanzada han surgido nuevas oportunidades para la aplicación de motores mayores y más potentes, neumáticos y otros componentes de las eficientes máquinas que constituyen los tractores cargadores.

Los cargadores son equipo de excavación, carga y acarreo y por esta causa es más conveniente en algunos casos que la pala mecánica, pues en ésta es necesario el uso de camiones para el acarreo del material aunque sea a distancias cortas.

Cuando se comparan las palas mecánicas con los cargadores, se ve que una pala mecánica tiene una duración de vida de dos a tres veces mayor que un cargador, pero hay que hacer notar que la pala mecánica impone un gasto mayor de capital, amortización e intereses del capital invertido. Por otra parte el alto costo de transportación de esta maquinaria de una obra a otra es mucho mayor.

La movilidad del cargador es superior, pues éste puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes de que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y elevar la producción.

El objeto principal de este trabajo es evaluar el cargador frontal de hoy en día con relación al trabajo que realiza para la construcción.

Dimensión Neumático	Número de lonas	Tipo de Neumático	Precio agosto-1975
23.5 x 25	20	L-3	26,538.00
	24	L-2	29,297.00
26.5x25	14	L-3	26,900.00
	16	L-3	32,552.00
29.5x25.	22	L-4	46,285.00
20.5x29	22	L-3	47,967.00
	28	L-4	53,361.00
33.25x35	20	L-3	66,305.00
	25	L-3	77,738.00

L-2 Tipo de Tracción
L- 3 Para Roca
L-4 Para Roca (huella profunda)

A los neumáticos se les designan, generalmente por tres números visibles en la cara lateral por ejemplo, 23.5 x 25-20 indican: el primero la anchura nominal exterior en pulgadas, el segundo, el diámetro de la llanta en pulgadas y el tercero el número de lonas.

Protección de los Neumáticos

Para aumentar la duración de las costosas llantas, se debe recomendar a los operadores que no acomoden las cargas mediante arrancones y frenajes bruscos, pues esta pésima costumbre, se traduce en severos impactos y frecuentemente causan la rotura del tejido de las lonas de los neumáticos.

La presión de aire apropiado, es base para la duración y el buen funcionamiento de estos equipos.

Cuando la superficie de rodamiento está compuesta de materiales abrasivos y fragmentos de roca que puedan dañar a los neumáticos, es práctica recomendable proteger a éstos, por medio de accesorios que constan de zapatas y eslabones de acero (Fig. 7).

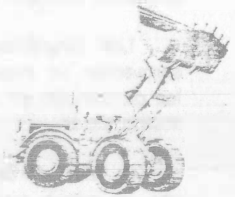


Fig. 7. Cargador Frontal con Cadenas amortiguadas.

Para resolver el problema de las cortaduras y daños por calentamiento de los neumáticos, en los cargadores de gran producción, se usa una llanta sin ceja (beadless), que consiste en un cinturón de montaje reemplazable, que está compuesto de zapatas de a

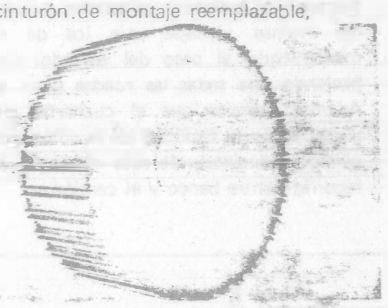


Fig. 8. Beadless

Este tipo de llantas se importan actualmente de Alemania pero está en proyecto fabricarlas en México.

Las ventajas principales que se obtienen al utilizar estas llantas son su más larga duración y su más bajo costo de operación, para los usuarios.

MANDOS FINALES

Los cargadores montados sobre neumáticos pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices.

Por las duras condiciones de trabajo los cargadores de dos ruedas motrices están siendo desplazados en el movimiento de tierra y su aplicación más bien es para fines agrícolas.

Los cargadores con tracción en las cuatro ruedas, puesto que aprovechan un mayor porcentaje de peso en la máquina comparado con los de tracción en un solo eje, realizan la acción de excavado y acarreo mucho mejor.

La mayoría de los cargadores de cuatro ruedas motrices se dirigen con las ruedas traseras. Sin embargo, 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 del tractor y el cucharón, alrededor de un pivote central (Fig. 9). Esto ofrece las mismas ventajas que los de dirección en las ruedas traseras, manteniendo el peso del cargador directamente detrás del cucharón y haciendo que todas las ruedas sigan el rastro del trayecto del cucharón. Además, permite que el cucharón gire antes de que vire el tractor, aumentando la facilidad de la colocación, tanto en el banco como sobre el camión, reduciendo de esta manera el tiempo consumido en la distancia de recorrido entre banco y el camión.

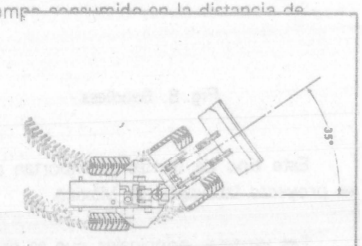


Fig. 9. Dirección de Bastidor

La fuerza de empuje describe la capacidad que tiene una máquina para hacer penetrar la cuchara en el material que se excave. La fuerza de

tracción útil disponible y las condiciones del terreno determinan la fuerza de empuje disponible. Si el operario de la máquina permite que patinen las ruedas, ello significa que se ha alcanzado la fuerza de empuje máximo y nada se consigue sino reducir la duración de los neumáticos. Puesto que el debido ajuste entre la unidad motriz y la máquina permite que el cargador haga patinar las ruedas en velocidad baja, cuanto mejores sean las condiciones del terreno, mayor esfuerzo tractor puede ser desarrollado para incrementar la acción de empuje.

El eje delantero del cargador es el que soporta los mayores esfuerzos resultantes de la excavación y el transporte de la carga.

El eje oscilante trasero se ha perfeccionado mediante el uso del sistema de dirección de doble émbolo accionado hidráulicamente, lo que proporciona al operario un manejo eficaz de la dirección con un mínimo esfuerzo. Ello permite la obtención de máxima maniobrabilidad y perfecto control del vehículo. El eje oscilante es especialmente valioso en terrenos accidentados, debido a que asegura la permanencia de las cuatro ruedas sobre el suelo con objeto de proporcionar el máximo esfuerzo de tracción.

SISTEMA DE FRENOS

Los cargadores cuentan con frenos de servicio y para estacionamiento. Los primeros son hidráulicos, con circuitos independientes para los ejes delantero y trasero; y están dotados de un sistema de alarma con objeto de que cuando se produzca algún fallo en cualquiera de los circuitos, entre en función el freno de emergencia de modo automático y se detenga la máquina. Los segundos, son de disco y se aplican manualmente.

Es importante hacer notar las ventajas que representa una adecuada conservación del sistema de frenos, ya que el costo tan elevado del equipo, nos obliga a ser muy cuidadosos en este renglón y si a eso aunamos la seguridad que representa para el personal que de alguna forma esté laborando cerca de la zona de maniobras de las máquinas, la buena conservación del sistema nos garantiza un manejo seguro y eficaz, tanto para el equipo como para el elemento humano.

CUCHARONES

Toca ahora hablar de los elementos básicos de carga, es decir, de los cucharones. Para ello, mencionaremos los diferentes tipos existentes en el mercado, concretándonos a continuación, a hacer una breve descripción de los mismos.

a) Bote Ligero
b) Bote Reforzado
c) Bote Super Reforzado con Dientes
d) Bote para Demolición
e) Bote Eyector de Roca
f) Bote de Rejilla.

a) Bote Ligero

Los equipos que únicamente van a cargar materiales sueltos y poco abrasivos tienen un bote ligero y en la parte extrema del labio inferior están reforzados por una cuchilla que es la que primero entra en el material que se va a mover (Fig. 10).

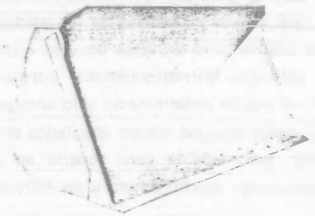


Fig. 10. Bote Lig

b) Bote Reforzado

Cuando se necesita excavar además de cargar entonces el bote es un poco más fuerte que el anterior y viene equipado con una serie de puntas o dientes repartidos en el mismo sitio en que el anterior lleva cuchilla. Los dientes tienen por objeto facilitar la penetración del cucharón dentro del

material (Fig 11).

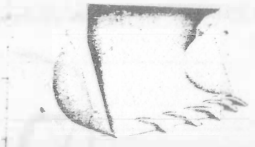


Fig. 11. Bote de Dientes para Excavar y Cargar.

Estos dientes están cubiertos por un castillo de acero especial, resistente a la abrasión y cuando sufren desgaste considerable se cambian por nuevos con objeto de proteger a los dientes y al bote mismo.

c) Bote Super Reforzado con Dientes

Cuando el material que se va a cargar es roca fragmentada o lajar entonces se debe usar un bote especial, super reforzado, que es igual al bote de excavaciones pero más fuerte (Fig. 12). Algunos botes para roca tienen su borde inferior en forma de "V" y no llevan dientes sino cuchilla (Fig. 13).

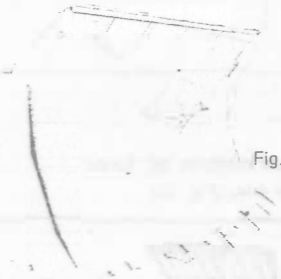


Fig. 12. Bote Super Reforzado

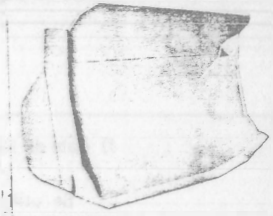


Fig. 1 borde inferior en "V"

d) Bote para Demolición

Este tipo sirve para cargar desechos y escombros de forma irregular, para esto cuenta con una mandíbula con fuerza hidráulica cuyos bordes son dentados (Fig. 14). Las planchas laterales son desmontables para mejor agarre de materiales grandes.

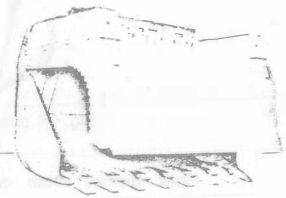


Fig. 14. Bote para Demolición

e) Bote Eyector de Rocas

El eyector es utilizado para descargar el material que se encuentra en el bote, ya que éste avanza hasta el extremo delantero; por esta causa es posible regular la eyección del material a fin de situar bien la carga y minimizar los choques en la caja del camión. La cuchilla en "V" truncada facilita la penetración y la carga (Fig 15).

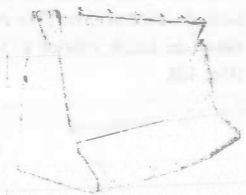


Fig. 15. Bote Eyector de Roca

f) Bote de Rejilla

Se utiliza para el manejo de roca suelta. Las aberturas del fondo permiten que el material indeseable caiga a través de éstas (Fig. 16).

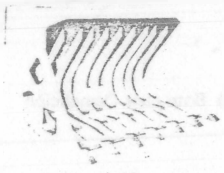


Fig. 16. Bote de Rejilla

Los fabricantes además de estos tipos hacen otros según las necesidades del cliente.

Capacidades

La resistencia mecánica de toda la máquina y en particular de los componentes de los brazos y la cuchara, ha de ser suficiente para soportar las tremendas fuerzas que se desarrollan durante esta parte del ciclo de trabajo del cargador. Probablemente de ninguna otra parte del diseño básico del cargador, tienen los fabricantes tantas opiniones diferentes, como en el método de construir las piezas que componen el conjunto de brazos-cuchara, para mejor resistir las cargas de choque de excavación, elevación, acarreo y volteo. Cuanto menor sea el número de puntos articulados, palancas acodadas y elementos de conexión, mayor será el período de tiempo que puede esperarse que el mecanismo brazo-cuchara funcione sin fallas estructurales.

Intimamente ligado a lo anterior esta la capacidad de los botes los cuales varían con la potencia del tractor, el uso al que se destine y también debe relacionarse al tamaño de las unidades de transporte. Por lo que si se desea adaptar uno de estos equipos a un tractor, es conveniente consultar los catálogos correspondientes, porque cada equipo ha sido diseñado para un tractor determinado, y lo anterior por lo general no será posible, ya que estos equipos vienen adaptados al tractor que corresponde desde la fábrica, pero vale la pena tenerlo en cuenta, pues una mala adaptación puede costar mucho dinero y ser infructuosa.

Las capacidades más usuales de los botes varía de 1/2 a 5 yd^3, aunque actualmente hay fábricas que están haciendo equipos más grandes, que pueden dar magníficos resultados en determinados trabajos, de los que más adelante se hablará.

SISTEMA HIDRAULICO

El conjunto brazo-cuchara de los cargadores, se acciona por medio de un sistema hidráulico, que esta formado por una bomba que recibe movimiento del motor del tractor, un deposito general de aceite una red de circulacion cerrada del fluido, los correspondientes pistones y los controles instalados al alcance del operador en el puesto de mandos en el propio tractor.

Casi en todos los cargadores son dos pares de gatos los que se accionan, sirviendo uno de los pares para subir y bajar el equipo mientras que el otro para accionar el cucharón en sus vaiveo (Fig. 17).

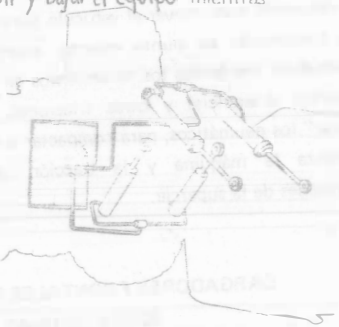


Fig. 17. Sistema Hidráulico

El tamaño de los cilindros, la presión hidráulica y la longitud de los brazos de palanca mediante los cuales se transmite la fuerza hidráulica, nos determina la fuerza de ruptura que puede ser desarrollada en el borde de ataque de la cuchara.

Los cilindros de elevación proporcionan la fuerza suficiente para elevar una carga capaz de hacer bascular la máquina sobre su eje delantero, cuando la cuchara se encuentra situada en su posición de máximo alcance hacia adelante. Esta carga se define como carga de vuelco.

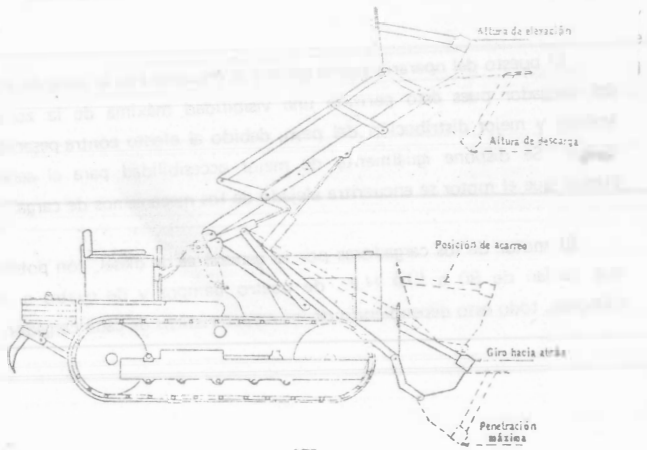
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

la cuchara, mediante algún objeto fijo haciendo que la maquina bascule sobre su eje delantero, aplicando la fuerza de ruptura disponible. Puesto que no se puede realizar prácticamente ningún trabajo con la máquina, cuando uno de los ejes esta levantado sobre el suelo, la fuerza de ruptura o capacidad de elevacion que exceda del punto de carga de vuelco no tiene significado práctico alguno.

Como es lógico suponer otra bomba hidráulica independiente a la del sistema de carga y descarga de materias, permite en todo momento accionar la dirección del cargador. Este sistema de dos bombas proporciona rendimientos optimos cuando la máquina se encuentra debidamente conjuntada con el convertidor de par y con la adecuada selección de marchas.

CONTROLES AUTOMATICOS

Algunos cargadores tienen el mecanismo de descarga dispuesto de tal



Si no se desea esta inclinación hacia atrás, el operador puede usar el control de descarga para contrarrestarla. Además algunos tipos o marcas de cargadores están dotados de unos interuptores especiales automáticos, que se accionan con el pie, para detener la elevación a la altura máxima o en algún otro punto elegido y para regresar el cucharón al ángulo de excavación después de la descarga; teniendo como ventaja estos dispositivos que permiten al operador utilizar ambas manos sobre los controles del ca

MOTOR

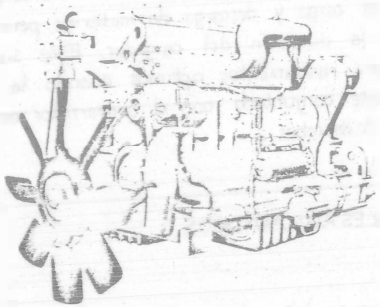


Fig. 19. Motor Caterpillar de Diesel D343 (988)

El puesto del operario por lo general se encuentra en la parte delantera del cargador pues ésto permite una visibilidad máxima de la zona de trabajo y mejor distribución del peso, debido al efecto contra-pesante del motor. Se dispone igualmente de mejor accesibilidad para el servicio, puesto que el motor se encuentra alejado de los mecanismos de carga.

El motor de los cargadores por lo general es de diesel, con potencias que varían de 80 a 570 H.P., de cuatro tiempos y de cuatro a ocho cilindros, todo esto dependiendo de las características de cada cargador.

Las marcas de los motores que se usan con más frecuencia son caterpillar, Cummins y General Motors.

Una de las funciones del motor de un cargador, es proporcionar la potencia necesaria para generar fuerza hidráulica para el movimiento del bote y la dirección. Hasta el 35% de la potencia del motor en H.P. es recomendable para satisfacer a ésta. La otra función es transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado, para que se cumpla, nunca se debe hallar en la barra de tiro, menos del 65% restante, deducida la fuerza de arrastre del vehículo; siendo ésta la fuerza requerida para mover el vehículo durante el transcurso de la prueba con la transmisión en punto muerto, expresándose en libras e incluye como variables mecánicas los rozamientos en los cojinetes de las ruedas, en el engranaje diferencial y otras fricciones, el esfuerzo requerido para "flexionar" los neumáticos, para compactar o desplazar el material sobre el que avanza la máquina y la tracción necesaria para remontar las irregularidades de la supercie.

CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE ORUGAS

Al conjunto formado por el tractor de orugas y el equipo se le llama cargador frontal, tractor pala y más comúnmente traxcavo, que es la degeneración del nombre de un modelo de una marca determinada, pero que en México se ha generalizado y se le nombra así a la de todas las marcas (Fig. 20).

En cuanto al sistema hidráulico, controles automáticos, cucharones y

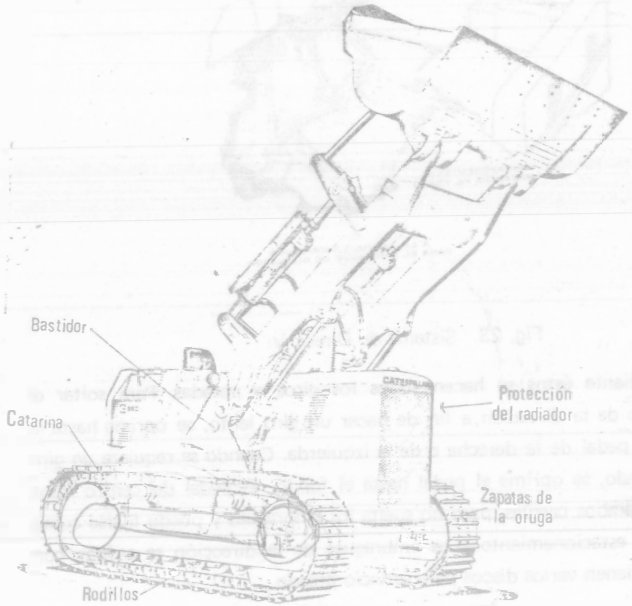


Fig. 20. Cargador Frontal sobre Orugas

ORUGAS

El sistema de tránsito de estos cargadores consta de cadenas formadas por pernos y eslabones, a las cuales se atornilian las zapatas de apoyo. Estas cadenas se deslizan sobre rodillos, conocidos comúnmente como roles. En el extremo posterior de la cadena se encuentra la catarina que es un engranaje propulsor que trasmite la fuerza tractiva (Fig. 21).

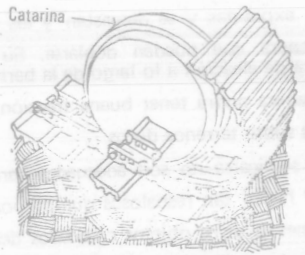


Fig. 21. Sistema de Tránsito

Un adecuado ancho y largo de las orugas es necesario para la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

Estos tipos de cargadores tienen una conexión rígida entre el bastidor de las orugas y el bastidor principal, pues de esta manera se mejora la estabilidad (Fig. 22).

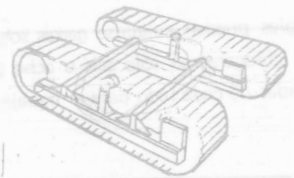


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

El tipo de zapatas de las orugas utilizadas, tienen una influencia considerable en la técnica de excavación.

En ocasiones se utiliza la zapata lisa para no deteriorar la superficie de trabajo, pero ésta tiene el inconveniente de que patinan bastante sobre muchos suelos e impide que toda la potencia de la máquina se aplique al trabajo.

Cuando por condiciones de trabajo se necesita que el cargador gire muy frecuentemente, se usan zapatas con garra pequeña de 1/2" a 3/4" aproximadamente. Este tipo de zapata proporcionan mejor tracción que las lisas pero aún patinarán con facilidad en condiciones resbalosas.

A medida que la zapata con semigarra se desgasta, las cabezas de los pernos de sujeción quedan expuestas y se desgastan y las orillas de las zapatas se debilitan de manera que pueden doblarse. Su vida puede prolongarse soldando una tira de aleación a lo largo de la barra central. Un cargador soldado de esta manera podrá tener buena tracción, pero puede producir una marcha molesta sobre terrenos duros.

Las zapatas lisas o de semigarra no son adecuados para trabajar en terrenos lodosos, ya que se hacen tan resbalosos que proporcionan poca tracción y no sujetan tablones u otros objetos colocados debajo de ellas para ayudar a salir de los agujeros. También permiten que la máquina se deslice cuesta abajo cuando trabaja sobre un talud lateral.

La garra grande da muy buena tracción pero presenta dificultad en el pivoteo o giro. También hacen a la máquina muy susceptible a dar tirones y somete a ésta y al cucharón a impactos y sobrecargas que pueden acortar la vida del cucharón.

Para condiciones especiales pueden sujetarse garras sobre las zapatas regulares. Las garras pueden colocarse en sólo seis u ocho zapatas de las orugas uniformemente espaciadas de cada lado para el trabajo en lodo.

DIRECCION

La dirección de los cargadores montados sobre orugas se maneja por medio de un sistema de tres pedales (Fig. 23).

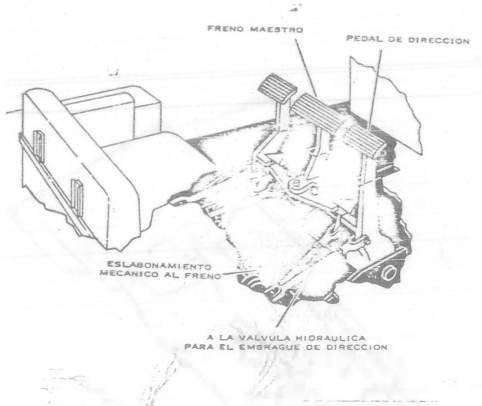


Fig. 23. Sistema de Dirección

Mediante éstos se hacen todos los giros y paradas. Para soltar el embrague de la dirección, a fin de hacer un giro lento, se oprime hasta la mitad el pedal de la derecha o de la izquierda. Cuando se requiere un giro más cerrado, se oprime el pedal hasta el fondo. El pedal del centro frena también ambos carriles, pero no suelta los embragues y puede fijarse como freno de estacionamiento. Los embragues de la dirección se enfrian con aceite y tienen varios discos para servicio pesado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE CARGADORES

Los cargadores frontales montados sobre neumáticos, se puede utilizar con ventajas en los siguientes casos:

a) Cuando sea importante el acarreo de material en tramos cortos.

b) Cuando los puntos de trabajo están diseminados.

c) Cuando los materiales están sueltos y pueden atacarse fácilmente con el cucharón.

d) Donde el uso de orugas sea perjudicial al terreno o por no ajustarse a las restricciones de tipo legal.

e) Cuando los materiales abrasivos provoquen desgaste excesivo en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones de trabajo.

f) Donde el terreno es duro y seco.

h) El radio de giro es mucho mayor que el de orugas, de manera que se requiere más espacio para maniobrar.

i) La presión sobre el suelo es aún mucho mayor que los de orugas, pero el efecto de compactación de las llantas y las vueltas más graduales le hacen posible trabajar fácilmente en suelos arenosos que se partirían bajo las orugas, causando un excesivo desgaste a éstas.

j) En superficies, resbalosas pueden ocasionar la pérdida, tanto de la tracción como de la precisión de la dirección.

Una de las características de estos tipos de cargadores, es que da una mayor facilidad de desplazamiento y por ésto, se obtiene mayor rendimiento a distancias considerables de acarreo, en comparación con los de orugas.

Los cargadores frontales montados sobre orugas se pueden utilizar con ventajas en los siguientes casos:

a) En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.

b) Cuando las condiciones del terreno o las pendientes exijan buena tracción y amplia superficie de apoyo.

c) Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.

d) Cuando los materiales son duros y no pueden excavarse fácilmente

e) En donde los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.

g) En trabajos que requieren volúmenes pequeños.

Por su diseño los cargadores sobre orugas, pueden salvar las irregularidades del terreno y su característica principal es su buena tracción, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.

TIPOS DE CARGADORES EN EL MERCADO ACTUAL FABRICADOS EN MEXICO

En el mercado se encuentran varios provedores que distribuyen cargadores tanto de carriles como de neumáticos, de distintos tipos y tamaños, que pueden tener características especiales que los hacen más o menos populares entre el gremio de constructores pero quizá los factores que más influyan para adquirir una determinada marca, sea la oportunidad, la existencia, facilidad de pago, precio, posible valor de rescate, pero muy especialmente el servicio de refacciones y mantenimiento que ofrezca la casa vendedora.

El gobierno ha establecido una serie de medidas, estímulos y facilidades tendientes a procurar que parte de los bienes intermedios y de capital que actualmente se importan, sean sustituidos por productos fabricados en el país. Algunos de estos productos se fabrican en México pero no en las cantidades suficientes, para poder conciderar que un determinado cargador sea conciderado 100% de fabricación nacional.

A fin de proteger a la Industria Nacional productora de maquinaria, comprometidas ante el Gobierno a programas de fabricación, las importaciones de bienes de capital (maquinaria, refacciones, piezas etc.) están controladas por los Comités Consultivos para la importación de la

Secretaría de Industria y Comercio, integrada por representantes gubernamentales y de la iniciativa privada.

Los principales productos que hace la Industria Nacional para el ensamblaje de un cargador, entre otros, son: filtros, mangueras, sellos, bandas, balatas, carcasas, motores y baleros.

Para que un cargador sea considerado de fabricacion Nacional, deberá de contener cuando menos el 51% de conjuntos básicos. Estos conjuntos son los siguientes:

a) Chasis o estructura principal
b) Motor
c) Convertidores o transmisiones
d) Mandos finales
e) Sistema eléctrico en general
f) Sistema hidráulico.

En México la industrialización ha seguido el proceso tradicional de los países de menor desarrollo. Esto se puede constatar en las tablas que a continuación presentamos de algunos modelos de cargadores frontales, que existen en el mercado actual en el mundo, en la cual, una minoría son de fabricación Nacional.

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO																
		Articulado*	Grados máximos de articulación	Capacidades de cazo disponibles		Capacidad de cazo estándar		Altura máxima de descarga a 45°		Alcance máx. descarga de altura máx. a 45°		Longitud total, caso de descanso		Altura total, caso del mástil		Anch. total a la intemperie de las ruedas	
				yd³	m³	yd³	m³	in	mm	in	mm	in	mm	ft	mm	ft	mm	Distancia entre los ejes
Erickson	Eric LYF-G	N	-	.278-.815	.212-.623	-	-	80	2032	17.5	444.5	113.75	2889.3	84.25	2140	58	1473.2	34
-	Eric LYVF-G	N	-	.278-.815	.212-.623	-	-	80	2032	17.5	444.5	112.75	2889.3	84.25	2140	58	1473.2	34
-	Little Eric	N	-	.222-.37	.17-.283	-	-	72.25	1835.2	89	508	98	2489.2	72.5	1841.5	45	1143	31
Ford	A62	Y	90	1.5-2	1.15-1.5	1.5	1.15	110	2794	34	863.6	224	5689.6	133	3378.2	83.5	2120.9	103
-	A64	Y	90	2-2.75	1.5-2.1	2	1.5	110.5	2806.7	36	914.4	257	6527.8	132	3352.8	87.5	2222.5	111
-	A66	Y	90	2-3	1.5-2.3	2.5	1.9	110	2794	36	889	259	6578.6	137	3479.8	91.5	2324.1	111
International Harvester	H-50C	N	-	1.5-3.5	1.2-2.7	1.5	1.2	105	2667	37	939.8	212.75	5403.9	97.25	2216.2	99.25	2292.4	86
-	H-80E	Y	35	1.5-3.5	1.15-2.7	2	1.5	102.5	2603.5	47.5	1206.5	235	5969	121.5	3086.1	93	2362.2	100
-	H-80C	Y	35	2.5-4.5	1.9-3.4	2.5	1.9	111.5	2832.1	41	1041.4	250.5	6362.7	128	3251.2	98	2438.4	108
-	H-80B	Y	35	3-6	2.3-4.6	3.5	2.7	118.5	3038.3	47	1193.8	281.5	7150.1	133.5	3390.9	107	2717.8	117
-	H-90E	Y	35	4-7	3-5.4	4	3	114.5	2909.3	46	1168.4	283.75	7207.3	139	3530.6	113.3	2882.9	120
-	H-100C	Y	40	4.5-5.5	3.4-4.2	4.5	3.4	124	3149.6	58	1473.2	289	6331.2	150	3810	126	3200.4	140
-	560	Y	35	6.5-12	4.97-9.2	6.5	4.97	149	3784.6	52.9	1333.5	362	8940.8	158.5	4025.9	133	3378.2	155
-	H-400C	Y	40	11	8.4	11	8.4	180	4084	78	1828.8	433	10.998.2	180	4572	158	4038.6	180
-	3850	N	-	1.25-1.5	.955-1.15	1.25	955	102	2590.8	43	1092.2	207	5257.8	115.5	2933.7	88.5	1739.9	76
Long	445DT	N	-	.5-.625	.382-.478	.625	.478	94	2387.6	33	838.2	184	4673.6	57.5	1460.5	64.81	1626.2311	81
Massey Ferguson	MF11	N	-	1.3-2	1-1.5	1.3	1	110	2794	34	863.6	188	4775.2	112	2844.8	86	1676.4	82
-	MF33	N	-	1-2	.764-1.5	1.375	1.05	109.5	2781.3	29.375	746.1	212.5	5397.5	115	2921	70.5	1790.7	83.5
-	MF44B	Y	70	2-3	1.5-2.3	2	1.5	108	2743.2	33	838.2	259	6578.6	126	3200.4	72.5	1841.5	106
-	MF55	Y	78	2-3.5	1.5-2.7	2.5	1.9	109	2768.6	38	965.2	263	6680.2	134	3403.6	78	1981.2	110
-	MF66	Y	80	3.5-4	2.7-3	3.5	2.7	109	2768.6	38	965.2	300.5	7632.7	133.25	3384.6	86	2184.4	130
-	MF77	Y	80	4.5-5	3.4-3.8	4.5	3.4	118.5	3009.9	48	1219.2	322.5	8191.5	102.75	2609.9	88	2235.2	138
-	MF88	Y	80	5.5-8	4.2-6.1	8	4.6	129	3276.6	50	1270	354.5	9004.3	107.5	2730.5	99	2514.6	146
Marathon Le Tourneau	L-700A	Y	45	10-30	7.6-22.9	15	11.5	192	4876.8	98	2489.2	526	13.360.4	192	4876.8	139.5	3543.3	216
Matbro	Matbro 4000	Y	45	.75-2.5	.573-1.9	1.25	96	108	2743.2	38.5	977.9	227	5765.8	110.5(E)	2806.7(E)	86.5	1739.9	96
-	Matbro 5000	Y	45	.75-2.5	.573-1.9	1.75	1.3	108	2743.2	38.5	977.9	230	5842	110.5(E)	2806.7(E)	86.5	1739.9	96
-	Matbro 7000	Y	45	1-3	.764-2.3	2	1.5	108	2743.2	41	1041.4	235	5969	110.5(E)	2806.7(E)	86.5	1739.9	96
-	Matbro 10.000	Y	45	2-4	1.5-3	3	2.3	108	2743.2	43.75	1111.3	262	6654.8	110.5(E)	2806.7(E)	86.5	1739.9	120
Melroe	M-371Bobcat	N	(Z)	.185-.407	.141-.311	.185	.141	71@37°	1803@37°	17@37°	330@37°	92	2336.8	72	1828.8	35	889	28
-	M-610	N	(Z)	.37-.87	.28-.67	.37	.28	86@38°	2184@38°	17.5@38°	190.5@38°	107	2717.8	82	2082.8	53.5	1358.9	35
-	M-700	N	(Z)	.37-.87	.28-.67	.37	.28	87@36°	2209.8@36°	16.5@36°	419.1@36°	141.5	3592.1	83	2101.2	53.5	1358.9	35
-	M-975	N	(Z)	1-2	.764-1.5	1.25	955	94	2387.6	28	711.2	150.25	3816.4	91.5	2324.1	83.25	2114.6	45
Karl Schaeff	SKL500	Y	40	.75-1.125	.6-.85	.75	.6	93	2400	-	-	173	4400	95	2400	69	1750	78
Terex	72-21	Y	30	2-3	1.5-2.3	2	1.5	105	2667	24	609.6	225	5715	123	3124.2	78	1981.2	98
-	72-31	Y	30	2.5-5	1.9-3.8	2.5	1.9	120	3048	27	685.8	247	6273.8	125	3175	82	2082.8	99
-	72-41	Y	30	2.5-5	1.9-3.8	3	2.3	120	3048	41	1041.4	253	6426.2	125	3175	83	2108.2	101
-	72-51	Y	30	3.5-8	2.7-4.6	3.5	2.7	127	3098.8	38	965.2	264	6705.6	133	3378.2	86	2184.4	108
- PI	72-71	Y	40	6.5-7	4.97-5.4	6.5	4.97	147	3733.8	50	1270	386	9804.4	162	4114.8	107	2717.8	160
- PI	72-81	Y	40	9-10	6.9-7.6	9	6.9	154	3911.6	64	1625.6	426	10.820.4	166	4216.4	110	2794	165
Terex Scotland	72-11	Y	80	1.5-2.5	1.15-1.9	1.5	1.15	108	2743.2	36	914.4	216	5486.4	91	2311.4	74	1879.6	93
Thomas	S/S700	N	-	2-4	.153-.306	.2	.153	72	1828.8	14	355.6	96.25	2444.8	75.5	1917.7	35	889	32
-	S/S1200	N	-	4-8	.306-.611	.4	.306	78	1981.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35
-	S/S1700	N	-	.5-1	.382-.764	.5	.382	78	1981.2	13	330.2	112	2844.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35
-	S/S2250O	N	-	.5-1	.382-.764	.5	.382	78	1981.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35
-	S/S2250G	N	-	.5-1	.382-.764	.5	.382	78	1981.2	13	330.2	122	3098.8	61	1549.4	58.5	1485.9	35
Volvo	BM641	N	-	1.3-3.8	1-3	1.3	1	114	2895.6	29.5	749.3	218.5	5550	104	2641.6	71.5	1816.1	93.5
-	BM841	N	-	1.7-5.2	1.3-4	1.7	1.3	122	3098.8	39	990.6	229	5740.4	108.5	2756.9	75	1905	96
-	BM845	Y	40	1.8-5.5	1.4-5	2.1	1.6	116	2946.4	41	1041.4	256	6502.4	116	2946.4	77	1955.8	108
-	BM1240	Y	40	2.1-8.1	1.6-7	2.7	2.1	118.5	3010	41.6	1054.1	288	6807.2	120	3048	77	1955.8	114
-	BM1841	Y	37.5	3.3-14.4	2.5-11	4.2	3.2	114.5	2908.3	47	1193.8	310.8	7896.7	126	3200.4	91	2311.4	136.5

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR								NEUMÁTICOS STÁNDAR			TRASMISION						
		Potencia SAE neta	Combustible	Número de cilindros	Embolada Carrera	Número de pistón	Capac. del cárter de combustible			Dimensiones	Capas	Tipo	Tren	Trasmisión hacia adelante: No. de velocidades	Trasmisión hacia adelante: Velocidad máx.		Trasmisión retrocesc. No. de velocs.	Trasmisión retrocesc. Velocidad máx.	
		hp/rpm			cu. in.	litres	U.S. gal	Imp. gal	Litres						MPH	km/h		MPH	km/h
Allis Chalmers	540	73/2700	D	4	248	4	30	25	113.7	18.9X24	10	R-4	CS,PS	3	0-18.7	0-30	3	0-18.7	0-30
-	940	90/2500	D	6	301	4.9	30	25	113.7	15.5X2	8	L-2	CS,PS	3	0-19.3	0-31	3	0-19.3	0-31
Avaling Barford	TS200	132/2500	D	6	380	6.2	36	30	136.3	17.5OR25	12	L-3	PS	4	3.7-24	6-38.6	4	3.7-24	6-38.6
-	TS230	145/2400	D	6	401	6.6	36	30	136.3	17.5OR25	12	L-3	PS	4	3.7-24	6-38.6	4	3.7-24	6-38.6
-	TS250	202/2200	D	6	677	11.1	45.5	38	172.6	18.00X25	12	L-3	PS	4	3.4-25	5.5-40.2	4	3.5-25.5	5.6-41
-	TS500	-	D	8	855	14	4	103.7	86	390.6	26.5X25	12	L-3	PS	4	3.6-23	5.8-37	4	3.6-23	5.8-37
Bray	540	88/2600	D	4	236	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.8	8-39.6	4	5-24.8	8-39.6
-	544	88/2800	D	4	236	3.9	4	26.4	22	99.9	14.00X25	8	EARTHMOVER	PS	4	5-24.8	8-39.6	4	5-24.8	8-39.6
-	546	110-2500	D	6	254	4.2	4	26.4	22	99.9	14.00X24	8	EARTHMOVER	PS	4	5.5-28	8.9-45	4	5.5-28	8.9-45
-	562	149.5/2600	D	6	399	6.5	4	36	30	136.3	18.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.8	8-39.6	4	5-24.8	8-39.6
-	566	149.5/2600	D	-	399	6.5	4	36	30	136.3	18.00X24	12	EARTHMOVER	PS	4	5-24.8	8-39.6	4	5-24.8	8-39.6
Case	W14	83/2200	D	4	336	5.5	4	36	31.7	144	13.00X24	8	G-2	PS,PL,SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W14H	83/2200	D	4	336	5.5	4	36	31.7	144	15.5X25	10	L-2	PS,PL,SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W18	103/2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	14.00X24	10	G-2	PS,PL,SS	4	0-25.5	0-41	2	0-9.5	0-15.3
-	W20	103/2200	D	6	401	6.6	4	50	41.7	189.4	17.5X25	10	L-2	PS,PL,SS	4	0-25	0-40.2	2	0-9	0-14.5
-	W26B	165/2200	D	6	504	8.3	4	62	58.3	310.6	23.5X25	12	L-2	PS,PL	3	0-29.8	0-48.1	3	0-30.8	0-49.6
Caterpillar	910	-	D	4	318	5.2	-	31	25.8	117	15.5X25	8	TR	PL,PS	3	6-15	6.5-24.1	2	6.6	10.6
-	920	-	D	4	425	7	-	39	32.5	148	OPT	OPT	G-2,L-3,L-2	PS	4	4-26.2	6.4-42.2	3	4.9-14.6	7.9-23.5
-	930	-	D	4	425	7	-	39	32.5	148	OPT	OPT	G-2,L-3,L-2	PS	4	4.2-25.6	6.8-41.5	3	5.1-15.1	8.2-24.3
-	950	-	D	4	425	7	-	53	44.2	201	OPT	OPT	L-3,L-2	PS	4	4.4-22.3	7.1-35.9	4	5.3-26.4	8.5-42.5
-	966C	-	D	6	638	10.5	-	85	54.2	246	OPT	OPT	L-2,L-3	PS	4	4.8-23.6	7.7-38	4	5.7-28	9.2-45.1
-	980B	-	D	6	638	10.5	-	95	79.2	360	OPT	OPT	L-3,L-4,L-5	PS	4	4.1-26.7	6.6-43	3	5.3-17	8.5-27.4
-	988	-	D	6	893	14.6	-	130	108.3	490	29.5X29	22	L-3,L-4,L-5	PL,PS	3	3.8-19	6.1-30.6	3	3.8-19	6.1-30.6
-	992B	-	D	12	1786	29.3	-	275	229	1040	OPT	OPT	L-4,L-5	PL,PS	3	4.5-23.9	7.2-38.5	3	4.9-25	7.9-40.2
Clark	35	68-2200	D	3	159.2	2.6	2	28	23.3	106	14.00X24	8	G-2	CS,PS	4	4-23.2(AA)	6.4-37.3(AA)	4	4-23.2(AA)	6.4-37.3(AA)
-	45B	95/2200	D	4	212	3.5	2	45	37.5	170.5	13.00X24	10	G-2	CS,PS	3	4.1-18.6	6.5-29.8	3	4.1-18.6	6.6-29.8
-	55A	136/2500	D	4	212.3	3.5	2	70	58.3	265	17.5X25	12	L-3	CS,PS	3	4.1-19	6.6-30.6	3	4.1-19	6.6-30.6
-	75B	142/2300	D	4	284	4.7	2	70	58.3	265	20.5X25	12	L-3	CS,PS	4	3.8-20.5	6.1-33	4	3.8-20.5	6.1-33
-	125B	212/2300	D	6	425.6	7	2	75	62.5	283.9	23.5X25	16	L-3	CS,PS	4	3.7-20.3	6-32.7	4	3.7-20.3	6-32.7
-	175B	273/2100	D	6	567.4	8.3	2	116	96.7	439	26.5X25	20	L-3	CS,PS	4	4-22	6.4-35.4	4	4-22	6.4-35.4
-	275B	342/2300	D	6	855	14	4	185	137.5	624.5	29.5X29	22	L-4	CS,PS	4	3.6-19.3	5.8-31	4	3.6-19.3	5.8-31
-	475B-H(DD)	612/2000	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25X35	36	L-5	CS,PS	4	3.4-18.3	5.5-29.5	4	3.4-18.3	5.5-29.5
-	475B	612/2000	D	12	1710	28	4	275	229.2	1040.9	37.25X35	36	L-5	CS,PS	4	3.4-18.3	5.5-29.5	4	3.4-18.3	5.5-29.5
-	675	2X593/2100	2-D	2X12	2X1710	2X28	4	500	418.7	1892.5	50.5X51	2X02	L-5	CS,PS	4	3.7-16.3	6-26.2	4	3.7-16.3	6-26.2
John Deere	JD544B	105/2200	D	6	414	6.8	4	40	33.3	151.5	17.5X25	12	L-2	PL,PS,SS	4	0-25	0-40.2	2	0-10	0-16.1
-	JD644B	145/2200	D	6	531	8.7	4	56	46.7	212.2	20.5X25	12	L-2	PL,PS,SS	4	0-25.8	0-41.5	2	0-10.2	0-16.4
Eaton	YALE1700	104/2500	D	6	354	5.8	4	37	30.8	140.7	14.00X24	12	G-2	PS	3	3.9-18.2	6.3-29.3	3	3.9-18.2	6.3-29.3
-	YALE1900	104/2500	D	6	354	5.8	4	37	30.8	140.7	17.5X25	12	L-2	PS	4	3.4-19.8	5.5-31.9	4	3.4-19.8	5.5-31.9
-	YALE2000	165/2500	D	8	555	9	4	55	45.8	208.4	18.00X24	12	G-2	PS	4	3.9-22.6	6.3-36.4	4	3.9-22.6	6.3-36.4
-	YALE2500	182/2300	D	8	426	7	2	80	66.7	303	23.5X25	12	L-2	PS	4	3.7-21	6-33.8	4	3.7-21	6-33.8
-	YALE3000	226/2300	D	8	903	14.8	4	80	66.7	303	23.5X25	16	L-2	PS	4	4-21.2	6.4-34.1	4	4-21.2	6.4-34.1
-	YALE4000	260/2100	D	8	568	9.3	2	103	85.8	390.2	26.5X25	14	L-2	PS	4	4.1-21.2	6.6-34.1	4	4.1-21.2	6.6-34.1
-	YALE6000	309/2100	D	8	855	14	4	110	91.7	418.7	29.5X29	22	L-3	PS	4	4.2-20.9	6.6-33.6	4	4.2-20.9	6.6-33.6
Eimco Tmd	911LHD	36/2300	D	3	160	2.6	4	10	8.3	37.9	825X15	14	SPECIAL	H	(G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0-8
-	911ELHD	30/1800	(H)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	825X15	14	SPECIAL	H	(G)	0-5	0-8	(G)	0-5	0-8
-	912BLHD	77/2300	D	6	344.88	5.7	4	40	33.3	151.5	12.00X24	16	E-3	PS	2	0-6	0-9.7	2	0-6	0-9.7
-	913LHD	110/2200	D	4	425	7	4	50	41.7	189.4	17.5X25	14	L-3	PS	3	2.2-10	3.5-16.1	3	2.2-10	3.5-16.1
-	919CLHD	174/2300	D	6	774	12.7	4	75	62.5	284	18.00X25	24	E-3	PS	4	3.75-14	6-22.5	4	3.75-14	6-22.5
-	919LHD	270/2300	D	12	1159	19	4	125	104.2	473.5	24.00X25	24	E-3	PS	4	-	-	4	-	-
-	920C	400/2100	D	6	893	14.6	4	190	158.3	719.8	29.5X29	34.32(J)	L-5	PS	4	3.8-18.4	6.1-29.6	4	3.8-18.4	6.1-29.6

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO																MOTOR	
		Distancia entre los ejes	Peso estándar en funcionamiento		Máquina articulada (incluye cabina con techo metálico)	Carga de vuelco		Carga de vuelco articulada con la articulación máx.		Carga de vuelco articulada con la articulación recta		Fuerza de desprendimiento horizontal		Inclinación máx. para girar con cazo	Distancia mínima del cazo		Altura libre de descarga, cazo en posición de elevación máx.		Marca	Modelo
		mm	lb.	kg		lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	Deg	in.	mm	in.	mm		
Allis Chalmers	840	2438.4	15.550	7044.2	N	11,090	5023.6	10.890	4937.2	13.300	6024.9	55	15	381	-	-			PERKINS	4.248
-	940	2438.4	17.850	7995.5	N	12,566	5699.7	10.990	4982.6	14.400	6529.2	55	15.2	386.3	-	-			A-C	2900MARKII
Aveling Barford	TS200	2209.8	20.850	9445.1	N	13,500	6115.5	N/A	N/A	-	-	43	18.5	419.1	121	3073.4			FORD	2715E
-	TS230	2209.8	21.070	9544.7	N	15,000	6795	15,000	6795	15,000	6795	43	14.5	368.3	248	6248.4			LEYLAND	401
-	TS250	2438.4	30.000	13.590	N	21,000	9513	21,000	9513	N/A	N/A	40	16	406.4	300	7620			LEYLAND	680
-	TS500	3505.2	50.872	23.045	N	36,353	16.487.9	31.725	14.271.4	N/A	N/A	43	19	482.6	275	6985			CUMMINS	NT855-C310
Bray	540	2057.4	15.183	6877.9	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	234	5943.6			PERKINS(A)	4.236
-	544	2057.4	15.939	7220.4	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	171	4343.4			PERKINS(A)	4.236
-	548	2057.4	15.939	7220.4	N	9000	4077	N/A	N/A	12.500	5662.5	48	16.75	425.5	234	5943.6			PERKINS(B)	6.354
-	562	2286	25.000	11.325	N	18.500	7021.5	N/A	N/A	17.000	7701	45	17.5	444.5	295	7493			LEYLAND(C)	UE 401
-	568	2286	25.000	11.325	N	15.500	7021.5	N/A	N/A	17.000	7701	45	17.5	444.5	160	4572			LEYLAND(C)	UE 401
Case	W14	2540	14.500	6568.5	N	10.733	4862.1	9132	4136.8	14.072	3352	45	16	406.4	340.8	8656.3			CASE	A336BD
-	W14H	2540	15.734	7127.5	N	11.920	5399.8	10.920	4946.8	12.381	5999.8	45	16	406.4	340.8	8656.3			CASE	A336BD
-	W18	2743.2	19.030	8620.8	N	12.730	5766.7	11.228	5086.3	20.100	8105.3	45	15.5	393.7	398	10.058.4			CASE	A401BD
-	W20	2743.2	21.107	9561.5	N	18.250	8906.3	13.550	6138.2	19.800	8969.4	45	15.5	393.7	396	10.058.4			CASE	A401BD
-	W26H	3225.8	33.045	14.969.4	Y	25.810	11.691.9	22.750	10.305.6	27.100	12.276.3	46	18	406.4	471.6	11.978.6			CASE	A504BDT
Caterpillar	910	2340	13,400(II)	6130(II)	-	8050(II)	4100(II)	8500(II)	3850(II)	10,000(JJ)	4530(JJ)	-	16	381	185	4720			CAT	3204
-	920	2540	17,400(KK)	7890(KK)	-	11.930(KK)	5400(KK)	10.920(KK)	4950(KK)	17,670(JJ)	8010(JJ)	-	13.2	335	205	5210			CAT	3304
-	930	2750	19,800(LL)	8750(LL)	-	13.820(LL)	6230(LL)	12.500(LL)	5650(LL)	19,180(JJ)	8810(JJ)	-	13.68	348	220	5590			CAT	3304
-	950	2900	24,200	11.000	-	16.900	7480	15,420	6990	22.930(JJ)	10.400(JJ)	-	15	381	229	5800			CAT	3304
-	966C	3100	33.500	15.200	-	24.580	11.140	22.670	10.260	28.680(JJ)	13.000(JJ)	-	15.6	397	249	6300			CAT	3306
-	980B	3300	49.700(MM)	22.500(MM)	-	33.920(MM)	15.380(MM)	30.860(MM)	13.990(MM)	35.780(JJ)	16.230(JJ)	-	16.20	405-528	288	7310			CAT	3306
-	988	3550	67.900	30.800	-	40.240	18.250	36.490	16.540	47.220(JJ)	21.420(JJ)	41	22.5	570	286	7264			CAT	D-343
- PI	992B	4370	133.200(NN)	60.420(NN)	-	92.790(NN)	42.080(NN)	83.900(NN)	38.050(NN)	81.060	36.770	-	23	580	350	8890			CAT	D748
Clark	35	2120.9	12.580	5696.7	N	8415	3811.9	N/A	N/A	9100	4122.5	40	17(AA)	431.8(AA)	367.9(AA)	9343.2(AA)			GM	3.53
-	45B	2501.9	17.830	8076.9	N	12.088	5475.9	11.074	5016.5	15.030	6808.6	42.5	18(AA)	406.4(AA)	440.4(AA)	11.186(AA)			GM(C)	4-53
-	55A	2794	22.300	10.101.9	N	14.420	6532.3	13.320	6033.9	18.250	8267.3	45	14(AA)	355.6	439.2	11.155.7			GM(CC)	4-53N
-	75B	2844.8	27.020	12.240	N	18.000	8607	17.700	8018.1	18.980	8561.7	40	14.5(AA)	368.3(AA)	492(AA)	12.495.8(AA)			GM(CC)	4-71N
-	125B	3251.2	38.000	17.214	N	25.780	11.678.3	23.180	10.500.5	30.100	13.635.8	45	16(AA)	406.4(AA)	549(AA)	13.945(AA)			GM(CC)	6v-71N65
-	175B	3429	51.300	23.239	Y	34.730	15.732.7	31.460	14.251.4	34.000	15.402	48	20(AA)	508(AA)	579(AA)	14.706.6(AA)			GM	8v-71N
-	275B	3708.4	78.885	34.878.9	Y	46.800	21.200	43.400	19.660	51.000	23.103	44	20(AA)	508(AA)	654(AA)	16.611.6(AA)			CUMMINS	NTA 855-C
-	475B H(DD)	4622.8	154.060	69.789.2	Y	101.400	45.934.2	88.700	40.181	105.200	47.655.8	40	22.3(AA)	566.4(AA)	819(AA)	20.802.6(AA)			CUMMINS	VTA-1710-C700
- PI	475B	4622.8	158.020	70.677	Y	99.600	45.118.8	90.000	40.770	99.500	40.543.5	45	22.3(AA)	566.4(AA)	813(AA)	20.650(AA)			CUMMINS	VTA-1710-C700
-	675	5676.9	381.475	172.808	N	181.400	82.174	162.100	73.431	148.200	67.135	42	38(AA)	965.2(AA)	1041(AA)	26.441(AA)			2 CUMMINS	2-QST-1710-C635
John Deere	JD544B	2400.3	21.850	9.898.1	Y	18.085	7286.5	13.920	6305.8	15.660	7094	42	14.5	368.3	332	8432.8			DEERE	[illegible]
-	JD644B	2641.6	28.280	12.810.8	Y	22.420	10.156.3	19.160	8.679.5	21.345	9669.3	42	17.2	436.9	370	9398			DEERE	[illegible]
Eaton	YALE1700	2692.4	18.645	8174.4	N	13.368	6054.8	12.163	5509.8	20.300	9195.8	40	15	381	230	5842			PERKINS	6.354
-	YALE1900	2692.4	19.390	8783.7	Y	14.962	6777.8	13.818	6168.1	20.535	9302.4	40	15	381	232.5	5903.5			PERKINS	6.354
-	YALE2000	2946.4	26.000	11.778	N	19.380	8779.1	17.112	7751.7	25.800	11.687.4	40	15	406.4	228	5791.2			CUMMINS	6B5.9C
-	YALE2500	3200.4	35.100	15.900.3	N	24.960	11.306.9	21.800	9875.4	38.000	17.214	40	16	406.4	252	6400.8			GM	6V-71N
-	YALE 3000	3251.2	39.130	17.726	N	28.650	12.978.5	25.000	11.325	35.200	17.757.6	40	16	406.4	256	6502.4			CUMMINS	V903-C
-	YALE4000	3505.2	46.500	21.064.5	N	37.068	16.791.8	32.731	14.827.1	38.241	17.333.2	40	15	381	269	6832.6			GM	8V-71N60
-	YALE5000	3759.2	66.800	31.168.4	N	45.576	20.645.9	40.244	18.230.5	51.000	23.103	40	18	457.2	305	7747			CUMMINS	NT855C
Elmco TMD	911LHD	1524	9000	4077	N	7000	3171	-	-	8000	3624	-	7.625	193.7	222	5638.8			DEUTZ	F3L 912W
-	911ELHD	1524	9000	4077	N	7000	3171	-	-	8000	3624	-	7.625	193.7	222	5638.8			ELECTRIC	TETC
-	912BLHD	2413	20.100	9105.3	N	12.000	5436	-	-	12.000	5436	-	10.375	263.5	330	8382			DEUTZ	F6L 912W
-	913LHD	2895.6	28.000	12.684	N	-	-	-	-	18.000	8154	-	12	304.8	392	9957.8			CAT	3306NA
-	915CLHD	-	41.500	18.799.5	N	24.000	10.872	-	-	29.000	13.137	-	12.375	314.3	486	12.319			DEUTZ	F8L 714
-	919LHD	3657.6	66.000	29.898	N	-	-	-	-	45.000	20.385	-	-	-	579	14,706.6			DEUTZ	F12L 714
-	920C	3810	92.000	41.676	N	47.600	21.562.8	-	-	58.000	26.274	-	15	381	600	15.240			CAT	1693TA

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO																					
		Articulada*	Grados máximos de articulación	Capacidades de cazo colmadas		Capacidad de cazo estándar		Altura máxima de descarga a 45°	Alcance máx. medido en descarga a 45°		Alcance máx. medido en la altura máx. de descarga		Longitud total, cazo en el suelo		Altura total, cazo en el suelo		Anch. total a la línea central de los neumáticos		Distancia entre los ejes
				yd³	m³	yd³	m³	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.
Allis Chalmers	840	Y	40	1.25-1.75	.955-1.34	1.5	1.2	112	2844.8	39	990.6	208.75	5302.25	124	3149.6	67	1701.8	96			
-	940	Y	40	1.5-2	1.15-1.53	1.75	1.34	112	2844.8	39	9906	212	5384.8	122.5	3111.5	72	1828.8	96			
Aveling Barford	TS200	N	-	1.6-3	1.15-2.3	2	1.53	104	2641.6	38.5	9779	226	5740.4	88	2235.2	79	2006.6	87			
-	TS230	Y	-	1.75-3.5	1.34-2.7	2.5	1.9	104	2641.6	38.5	977.9	226	5791.2	88	2235.2	79	2006.6	87			
-	TS250	N	-	2.5-5	1.9-3.8	3.5	2.7	114	2895.6	40	1016	255	6477	71	1955.8	81	2057.4	99			
-	TS500	Y	40	3-7	2.3-5.4	5	3.8	122	3098.8	55	1397	332	8432.8	114	2895.6	115.5	2933.7	138			
Bray	540	N	-	1-2	.764-1.5	1.75	955	-	-	-	-	224	5689.6	108	2743.2	66	1676.4	81			
-	544	N	-	1-2	.764-1.5	1.75	96	-	-	-	-	224	5689.6	108	2743.2	66	1676.4	81			
-	548	N	-	1-2	.764-1.5	1.25	96	-	-	-	-	224	5689.6	108	2743.2	91	2311.4	81			
-	562	N	-	2.25-4	1.7-3.1	2.5	1.9	116	2946.4	37	939.8	242	6146.8	113	2870.2	81	2057.4	90			
-	568	N	-	2.25-4	1.7-3.1	2.5	1.9	116	2946.4	37	939.8	242	6146.8	113	2870.2	81	2057.4	90			
Case	W14	Y	80	1.25-1.75	.96-1.3	1.25(D)	96	109.5	2781.3	30	762	216	5486.4	123	3124.2	68	1727.2	100			
-	W14H	Y	80	1.25-1.75	.96-1.3	1.5(D)	1.15	106.5	2705.1	32	812.8	220	5588	123	3124.2	68	1727.2	100			
-	W18	Y	80	1.25-2	1.15-1.5	1.75(D)	1.34	109	2768.6	35.5	901.7	239	6070.6	124	3149.6	73	1854.2	108			
-	W20	Y	80	1.75-2.5	1.34-1.9	2(D)	1.5	106.5	2705.1	38	965.2	243	6172.2	181.5	4610.1	73	1854.2	108			
-	W26B	Y	80	2.5-5	1.9-3.8	3(D)	2.29	119	3022.6	38.5	977.9	296	7518.4	206	5232.4	87	2209.8	127			
Caterpillar	910	Y	35	1-1.25(D)	.8-1(D)	1.25(D)	1(D)	97	2460	34	860	216	5490	107	2720	82	2030	92			
-	920	Y	35	1.5-1.75(D)	1.15-1.35(D)	1.5(D)	1.15(D)	109	2770	29	740	225	5715	123	3100	85	2160	100			
-	930	Y	35	1.75-2.25(D)	1.34-1.72(D)	2(D)	1.53(D)	112.5	2860	31.8	830	236	6045	126	3200	89	2260	108			
-	950	Y	35	2.25-3.5(D)	1.72-2.68(D)	2.5(D)	1.91(D)	111	2670	29	740	243	6170	124	3150	95	2410	115			
-	966C	Y	35	3-4.5(D)	2.3-3.45(D)	3.5(D)	2.68(D)	118	3000	31	790	269	6830	134	3400	108.5	2700	122			
-	980B	Y	35	4.5-5.5(D)	3.45-4.2(D)	4.5(D)	3.45(D)	128	3200	44	1120	323	7490	142.5	3620	114.5-121	2910-3050	130			
- PI	988	Y	35	6-7(D)	4.6-5.4(D)	6(D)	4.6(D)	-	-	-	-	338	8534	148	3700	126.5	3200	140			
- PI	992B	Y	35	10(D)	7.65(D)	10(D)	7.65(D)	181	4600	66	1680	420	10.668	177(BB)	4500(BB)	155	3940	170			
Clark	35	N	N/A	1-2	.76-1.5	1.25	955	107(AA)	2590.8(AA)	25(AA)	635(AA)	202	5130.8	116(BB)	2997.2(BB)	67	1701.8	83.5			
- EM	45B	Y	35	1.5-2	1.15-1.5	1.5	1.15	109(AA)	2768.6(AA)	28(AA)	711.2(AA)	225	5715	119.2(BB)	3027.7(BB)	69	1752.6	98.5			
-	55A	Y	35	2-3.5	1.5-2.7	2	1.5	106(AA)	2743.2(AA)	31.5(AA)	802.6(AA)	265	6731	137(BB)	3480(BB)	74.5	1892.3	110			
- EM	75B	Y	35	2.5-4	1.9-3.1	2.5	1.9	106(AA)	2743.2(AA)	34(AA)	863.6(AA)	284	6705.6	131(BB)	3327.4(BB)	77	1955.8	112			
- EM	125B	Y	35	3.5-5	2.7-3.8	3.5	2.7	119.5(AA)	3035.3(AA)	37.5(AA)	952.5(AA)	297	7543.8	138(BB)	3505.2(BB)	88	2235.2	128			
- EM	175B	Y	35	4.5-6	3.4-4.6	5	3.8	119(AA)	3022.6(AA)	52(AA)	1320.8(AA)	316	8026.4	150(BB)	3810(BB)	89	2260.6	135			
- EM	275B	Y	35	6.5-8	5-6.1	7	5.4	125.5(AA)	3187.7(AA)	53.25(AA)	1352.6(AA)	349	8864.6	159(BB)	4038.5(BB)	105.5	2679.7	148			
-	475B H(DD)	Y	35	10-18	7.6-13.8	10	7.8	192(AA)	4876.8(AA)	81(AA)	1549.4(AA)	471	11.963.4	194(AA)	4927.6(AA)	114	2895.6	182			
- PI	475B	Y	35	10-20	7.6-15.3	12	9.2	183.8(AA)	4160.5(AA)	68.7(AA)	1745(AA)	470.3	11.945.6	199.4(BB)	5064.8(BB)	114	2895.6	182			
-	675	Y	35	24	18.3	24(EE)	18.36(FF)	204(FF)	5182(FF)	92(FF)	2337(FF)	607(FF)	15.418(FF)	258(GG)	6502(GG)	160	4064	223.5			
John Deere	JD544B	Y	80	1.5-3	1.15-2.3	2	1.5	105	2667	35.6	904.2	232	5892.8	124(E)	3149.6(E)	88	2235.2	94.5			
-	JD644B	Y	80	2.5-4.5	1.9-3.4	3	2.29	108	2743.2	37.5	952.5	259	6578.6	127(E)	3225.8(E)	100	2540	104			
Eaton	YALE1700	Y	35	1.75-2.5	1.3-1.9	2.01	1.5	117	2844.8	34	863.6	251.5	6388.1	125.5	3187.7	90.5	2298.7	106			
-	YALE1900	Y	35	2-3	1.5-2.3	2.25	1.7	109	2768.6	36	914.4	251.5	6388.1	125.5	3187.7	95	2413	106			
-	YALE2000	Y	40	2.5-4	1.9-3	2.5	1.9	114	2895.6	38	965.2	265	6731	133	3378.2	95	2413	116			
-	YALE2500	Y	40	3.25-5	2.5-3.8	3.25	2.5	122	3098.8	39	990.6	297	7543.8	139	3530.6	113	2870.2	129			
-	YALE 3000	Y	40	3.75-5.5	2.9-4.2	3.75	2.9	120	3149.6	42	1066.8	301	7645.4	139	3530.6	113	2870.2	129			
-	YALE4000	Y	40	4-5	3-3.8	4.5	3.4	128	3200.4	39	990.6	325	8255	139	3505.2	126	3200.4	138			
-	YALE5000	Y	40	5-7.5	3.8-5.7	6	4.6	127	3276.6	45	1143	340	8636	152	3860.8	124	3402.6	145			
Elmco TMD	911LHD	Y	45	1-2	.764-1.5	1	.764	38	965.2	21.75	539.8	181	4597.4	44(F)	1117.6(F)	48	1219.2	80			
-	911ELHD	Y	45	1-2	.764-1.5	1	.764	38	965.2	21.75	539.75	181	4597.4	44(F)	1117.6(F)	48	1219.2	80			
-	912BLHD	Y	45	2	1.5	2	1.5	73	1828.8	41.8	1057.3	313.75	7969.3	83-78(I)	1909-1981(I)	80-86	1524-2134	96			
-	913LHD	Y	45	3	2.3	3	2.3	67	1447.8	34	863.6	304	7721.6	80(F)	1676(F)	72	1829	116			
-	915CLHD	Y	45	4-6	3-4	5	3.8	68-80	1651-1727	67	1701.8	370	9398	88(F)	1752.6(F)	88	2438.4	-			
-	919LHD	-	-	8	6.9	8	6.9	66	1676.4	-	-	-	-	78	1981.2(F)	85	2438.4	144			
-	920C	Y	45	10	7.6	10	7.6	78	1981.2	148	3759.2	442	11,226.8	78(F)	1981.2(F)	120	3048	180			

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO															MOTOR	
		Distancia entre los ejes	Peso máximo en funcionamiento		Volumen nominal (Rasgo raso de la cuchara)	Carga de separación		Carga de inclinación en la articulación máx.	Carga de volcamiento en la articulación máx.			Inclinación máx. para dirigir con carga	Distancia mínima de giro		Circ. de giro, neumáticos en diagonal, caso sin traspaso		Marca	Modelo
		mm	lb.	kg		lb	kg	lb	kg	lb.	kg	Deg	pt.	mm	pt.	mm		
Ericksen	Eric LV-G	863.6	3700	1678.1	N	1960	887.9	N/A	N/A	2900	1313.7	-	6	152.4	73	1854.2	WISCONSIN	VH4D
-	Eric LVW-G	863.6	3780	1678.1	N	1960	887.9	-	-	2900	1313.7	-	6	152.4	73	1854.2	FORD	V4104
-	Little Eric	7874	2900	1313.7	N	1500	679.5	N/A	-	1600	724.8	-	6.5	165.1	82	1574.8	ONAN	NHC
Ford	A62	2815.2	18,900	8561.7	N	14,000(K)	6342(K)	12,050(K)	5458.7(K)	17,000(L)	7701(L)	51	15.5	393.7	358	9093.2	FORD	256-T
-	A64	2819.4	23,460	10,627.4	N	17,300(K)	7836.9(K)	14,850(K)	6727.1(K)	20,900(N)	9467.7(N)	50	18	406.4	398	10,058.4	FORD	401-D
-	A66	2819.4	28,300	12,820	N	21,800(K)	9875.4(K)	18,700(K)	8471.1(K)	23,000(P)	10,419(P)	50	18	457.2	400	10,160	FORD	401-T
International Harvester	H-50C	2184.4	17,450	7904.9	N	11,571	5241.7	11,571	5241.7	21,521	9749	41	19.6	497.8	252	6400.8	I-H	G.301(Q)
-	H-60E	2540	21,040	9531.1	N	14,880	6740.6	13,380	6061.3	21,340	9667	43	14.8	370.8	207.5	5270.5	I-H	D.360
-	H-65C	2743.2	20,483	12,903.7	N	20,702	9378	18,632	8442.8	34,333	15,552.9	40	15.4	391.2	240	6096	I-H	DT-414
-	H-80B	2971.8	30,675	15,256.6	N	23,656	10,716.2	21,505	9741.8	26,506	12,007.2	44	13.9	353.1	241	6121.4	I-H	DT-466
-	H-90E	3048	36,589	17,933.8	N	28,812	12,961.2	25,800	11,687.4	30,962	14,025.8	43	16.5	419.1	268.5	6819.9	I-H	DVT-573B
-	H-100C	3556	48,840	21,219.9	N	35,027	15,862.7	29,773	13,487.2	36,338	16,461.1	45	23.25	590.6	256	6502.4	I-H	DT-817C
-	560	3937	70,210	35,887.1	N	52,207	23,649.8	46,986	21,284.7	84,181	29,074	45	20.8	528.3	316	8026.4	I-H	DT-817C
-	H-400C	4572	129,537	58,676	N	87,730	39,741.7	74,570	33,780	86,000	38,958	45	18.5	470	364(R)	9245.6(R)	CUMMINS	VT-1710-C
-	3850	1930.4	12,810	5712.9	N	9000	4077	N/A	N/A	8600	3895.8	80	15	381	440	11,176	I-H	C.263(Q)
Long	445DT	2057.4	9705	3037.4	Y	5480	2482.4	N/A	N/A	4450	2015.9	25	18.3	464.8	309	7849.6	UTB	D-115
Massey Ferguson	MF11	2082.8	14,500	6568.5	N	8000	3624	6700	3008.8	10,000	4530	47	15	381	155	3962.4	PERKINS	A4.248
-	MF33	2120.9	15,300	6930.9	N	8500	3850.5	N/A	N/A	14,300	6477.9	44	15	406.4	154	3911.6	PERKINS	A4.248
-	MF44B	2692.4	20,200	9150.6	N	13,500	6115.5	12,000	5436	16,100	7293.9	43	14.5	368.3	212	5384.8	PERKINS	A6.354.1
-	MF55	2794	28,260	11,885.6	N	16,500	7474.5	16,500	7021.5	25,000	11,328	45	16.25	412.8	210	5334	PERKINS	V8-510
-	MF66	3302	34,100	15,447.3	N	25,450	11,526.9	22,000	9966	30,190	13,676.1	43.5	15.4	391.2	232	5892.8	GM	EV-53N
-	MF77	3505.2	42,180	19,107.5	N	30,500	13,816.5	27,000	12,231	39,300	17,802.9	42	18	457.2	244.5	6210.3	CUMMINS(T)	N-865C
-	MF88	3708.4	60,000	27,180	N	42,000	19,026	37,600	17,032.8	61,000	27,633	41	17.5	444.5	266	6756.4	CUMMINS(U)	NT855C-310
Marathon Le Tourneau	L-700A	5486.4	180,000	81,540	N	117,000	53,001	105,000	47,565	115,000	52,095	50	19	482.6	388	9855.2	DETROIT(Y)	16V71T
Mailbro	Mastiff 4000	2438.4	14,000	6342	N	8000	3624	6400(W)	2693(W)	10,800	4892.4	57	15.25	387.4	316	8026.4	FORD	272E
-	Mastiff 5000	2438.4	16,500	7474.5	N	10,000	4530	8200	3714.6	15,500	7066.8	57	15.25	387.4	316	8026.4	FORD(X)	2714E
-	Mastiff 7000	2438.4	16,500	8380.5	N	14,000	6342	11,500	5209.5	15,500	7066.8	57	15.25	387.4	316	8026.4	FORD(X)	2714E
-	Mastiff 10,000	3048	21,000	9513	N	20,000	9060	18,400	7429.2	22,800	10,328.4	57	15.25	387.4	376	9601.2	FORD(Y)	270AE-T
Mutron	M-371(Bobcat	711.2	1900	860.7	N	1158	524.9	N/A	N/A	1095	498	24	4.75	120.7	108	2743.2	KOHLER	K.321.S
-	M-610	889	3810	1725.9	N	2350	1064.9	N/A	N/A	1850	838.1	25	8	203.2	130	3302	WISCONSIN	VH4D
-	M-700	889	4230	1916.2	N	2500	1132.5	N/A	N/A	1950	883.4	26	8	203.2	130	3302	WISCONSIN	VH4D
-	M-975	1143	11,870	5377.1	N	7400	3352.2	N/A	N/A	6290	2849.4	25	9	228.6	182	4622.8	DEERE	4.276
Karl Schaefl	SKL500	1940	8278	3750	-	5000	2265	-	-	5960	2700	35	19(HH)	490(HH)	150	3800	DEUTZ	F3L912
Terex	72-21	2438.4	21,700	9830.1	N	15,400	6976.2	14,000	6342	20,100	9105.3	45	12	304.8	452	11,481.8	DETROIT	3-71N
-	72-31	2514.5	28,100	12,729	N	19,800	8969	18,000	8154	26,900	12,185.7	42	12	304.8	460	11,686	DETROIT	4-71N
-	72-41	2565.4	31,200	14,134	N	21,800	9875.4	19,400	8788	26,000	11,778	40	12	304.8	472.1	11,991	DETROIT	4-71N
-	72-51	2743.2	36,100	16,353	N	15,400	8976.2	14,000	6342	20,100	9105.3	45	12	304.8	451.9	11,478.6	DETROIT	6-71N
-	72-71	4064	76,250	34,541.3	N	52,100	23,601	44,900	20,340	65,800	29,807	40	18	457.2	569.1	14,429	DETROIT	8V-71T
-	72-81	4191	111,490	50,505	N	78,400	35,515	69,700	31,574	81,100	27,678	44	18	457.2	592.1	15,039	DETROIT	12V-71T
Terex Scotland	72-11	2362.2	16,500	7474.5	N	10,450	4733.9	9300	4212.9	16,700	7565	47	16	406.4	390	9906	G.M.(E)FORD	330
Thomas	S/S700	812.8	3400	1540.2	N	1400	634.2	N/A	N/A	1500	679.5	28	5.75	146.1	57	1447.8	WISCONSIN	TJD
-	S/S1200	889	5600	2536.8	N	2400	1087.2	N/A	N/A	2800	1268.4	28	8	203.2	73	1854.2	WISCONSIN	VH4D
-	S/S1700	889	6750	3057.8	N	3400	1540.2	N/A	N/A	3000	1359	28	8	203.2	73	1854.2	WISCONSIN	VG4D
-	S/S2250D	889	7600	3442.8	N	4500	2038.5	N/A	N/A	3100	1404.3	28	8	203.2	73	1854.2	PERKINS	4.108
-	S/S2250G	889	7500	3397.5	N	4500	2038.5	N/A	N/A	3100	1404.3	28	8	203.2	73	1854.2	WISCONSIN	VG4D
Volvo	BM641	2375	17,300	7847.2	N	7240	3284	-	-	9300	4218.6	44	16	355.6	444	11,278	VOLVO	D.42
-	BM841	2438.4	21,700	9843	N	9480	4300	-	-	12,100	5488.5	43	15.6	393.7	444	11,278	VOLVO	D.508
-	BM846	2692.4	22,600	9879	N	13,750	6236.9	12,100	5490.8	17,000	7711.1	43	19	482.6	390	9906	VOLVO	D-508
-	BM1240	2995.6	26,800	12,060	N	16,050	6187.3	14,000	7257.5	19,150	8686.3	43	17.5	444.5	413	10,490	VOLVO	D-706
-	BM1641	3487.1	37,400	16,964	-	25,800	11,703	23,600	10,705	27,900	12,519	48	18.5	393.7	520	13,208	VOLVO	TD-100

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fab. Lante	Modelo	MOTOR								NEUMÁTICOS STÁNDARD			TRASMISIÓN					
		Potencia SAE neta	Combustible	Número de cilindros	Potencia Cilíndrica	Número de ciclos	Calcar. del tanque de combustible			Dimensiones	Lonas	Tipo	Tipo	Trasmisión hacia adelante. Nº de velocidades	Trasmisión hacia adelante. Velocidad máx.		Trasmisión retrocesó. Nº de velocidades	Trasmisión retrocesó. Velocidad máx.	
		hp/rpm			cu. in.	litres	US gal	Imp. gal	Litres						MPH	km/h		MPH	km/h
Erickson	Eric LV-G	30/2800	G	4	107.7	1.8	10	8.3	37.9	7.50X15	6	LUG	H	-	0-8.3	0-10.1	-	0-8.3	0-10.1
-	Eric LVW-G	40/2800	G	4	103.7	1.7	10	8.3	37.9	7.50X15	6	LUG	H	-	0-8.3	0-10.1	-	0-8.3	0-10.1
-	Little Eric	25/3600	G	2	60	98	8	6.7	30.3	5.90X15	4	SPECIAL	H	-	0-5.5	0-8.9	-	0-5.5	0-8.9
Ford	A62	(M)	D	4	256	4.2	40	33.3	151.5	15.5X25	12	L-2	PS,PL,SS	4	0-20	0-32.2	2	0-7.4	0-11.9
-	A64	(M)	D	6	401	6.6	50	41.7	189.4	17.5X25	12	L-2	PS,PL,SS	4	0-21	0-33.8	2	0-8	0-12.9
-	A66	(M)	D	6	401	6.6	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L-2	PS,PL,SS	4	0-21	0-33.8	2	0-8	0-12.9
International Harvester	H-50C	93/2300	G	6	301	4.9	4	42	35	159.1	13.00X24	8	G-2	PS	3	3.85-23.3	3	4.63-28	7.5-45
-	H-60E	100/2500	D	6	380	5.9	4	50	41.7	189.4	15.5X25	12	L-2	PS	3	5-27.6	3	5.8-33	9.3-53
-	H-65C	147/2500	D	6	414	6.8	4	84	53.3	242.5	17.5X25	12	L-2	PS,SS,CS	3	3.9-21.8	3	4.7-28.2	7.6-42.2
-	H-80B	184/2500	D	6	466	7.6	4	79	65	295.5	20.5X25	12	L-3	PS,SS,CS	3	4-22.1	3	4.7-26.5	7.6-42.6
-	H-90E	239/2500	D	8	573	9.4	4	97	80.6	367.5	23.5X25	12	L-3	PS,CS	4	4.6-32	4	7.4-51.5	4.6-32
-	H-100C	290/2100	D	8	817	13.4	4	115	95.8	435.7	26.5X25	14	L-3	PS,CS	4	4.7-30.8	4	7.6-49.5	4.7-30.8
-	560	380/2200	D	8	817	13.4	4	155	129.2	587.2	29.5X29	22	L-4	PS	3	4.8-22.2	3	7.7-35.7	4.8-22.2
-	H-400C	580/2100	D	12	1210	20	4	250	208.3	947	65.40X39	30	L-4	PS,SS	2	8.7-21.4	2	14-34.4	8.7-21.4
-	3850	90/2300	G	6	291	4.8	4	31	25.8	117.4	14.9X24	8	R-4	PS	4	0-21	4	0-33.8	0-11.4
Long	445DT	45/2400	D	3	142.8	2.34	4	14.25	11.9	54	13.6X28(S)	8	R-1	GD	5	1.43-14.5	5	2.3-23.4	1.43-14.5
Massey Ferguson	MF11	74/2300	D	4	239	4	4	36	30	136.4	14.00X24	8	R-4	CS,HS	4	1.99-20.8	4	3.2-33.5	1.97-20.3
-	MF33	74/2300	D	4	2402	4.1	4	37	30.8	140.2	13.00X24	8	G-2	CS	4	4.24	4	6.4-38.6	4-24
-	MF44B	93/2700	D	6	354	5.8	4	53	44.1	193.2	17.5X25	12	L-2,L-3	CS	4	4.24	4	6.4-38.6	4-24
-	MF55	138/2250	D	8	4300	8.4	4	73	60.8	276.6	17.5X25	12	L-2	PS	4	3-21	4	4.8-33.8	3-21
-	MF66	175/2500	D	8	5300	8.7	4	73	60.8	276.6	20.5X25	12	L-2,L-3	PS	3	2.2-24	3	3.3-36.3	2.5-23.3
-	MF77	208/2300	D	8	6	14	4	95	79.2	359.9	23.5X25	20	L-2	PS	4	2.2-22	4	3.2-37.3	2.2-25.4
-	MF88	300/2300	D	8	6	14	4	120	100	454.6	29.5X29	22	L-2	PS	4	2.2-25	4	3.5-40.2	2.4-27.3
Marathon Le Tourneau	L-700A	500/2100	D	16	1116	18.6	2	318	264.9	1212.9	37.5X39	36	L-5	-	3	1.5-20	3	0.2-1.4	0-12.25
Mailbro	Mastiff 4000	100-200	D	6	361	6	4	71	59	271	13.00X24	8	FARMHAND-F	PS	4	0.25	4	0.40.7	0.25
-	Mastiff 5000	115-225	D	6	361	6.2	4	71	59	271	14.00X24	8	FARMHAND-F	PS	4	0.25	4	0.40.7	0.25
-	Mastiff 7000	115-225	D	6	361	6.2	4	71	59	271	14.00X24	12	FARMHAND-F	PS	4	0.25	4	0.40.7	0.25
-	Mastiff 10,000	150-240	D	6	361	6	4	30	25	113.6	17.5X25	16	FARMHAND-F	PS	3	0.25	3	0.40.7	1.75
Mutron	M-371(Bobcat	23-33(Gross)	G	4	83.01	1.36	4	5.5	4.6	20.8	5.00X12	4	HS-4	H	-	0-4.5	-	0-6.5	0-6
-	M-610	30-38(Gross)	G	4	107.1	1.76	4	11	9.2	41.7	7.00X15	6	HS-4	H	mid	0-4.5	(3)	0-6.5	0-10.5
-	M-700	33-38(Gross)	G	4	107.1	1.76	4	12.5	10.4	47.4	7.00X15	8	SUPER-HF	H	-	0-7	3	0-11.3	0-7
-	M-975	47-54(Gross)	G	4	218	3.6	4	15	12.5	125	11.5X15	12	DOUBLE	H	-	0-9.7	3	0-14	0-9.7
Karl Schaefl	SKL500	-	D	3	112.7	2.83	-	-	-	-	12.5X18	8	Industrial	H-HD	3	0-10	-	0-20.1	0-12.4
Terex	72-21	-	D	4	211	3.5	2	53	44.1	189.4	20.5X25	12	L-2	PS,SS,CS	2	0-11	2	0-17.7	0-6
-	72-31	-	D	6	294	4.7	-	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L-2	PS	3	0-20.8	3	0-33.5	0-12.9
-	72-41	-	D	6	294	4.7	2	50	41.7	189.4	20.5X25	12	L-3	PS	3	0-20.8	3	0-33.5	0-11.5
-	72-51	-	D	6	366	6	2	75	62.5	284.2	23.5X25	12	L-2	PS	3	0-20.8	3	0-33.5	0-12.9
-	72-71	330-370	D	8	566	9.3	4	146	121.7	553.1	29.5X29	22	L-4	PS	3	0-20.8	3	0-33.5	0-12.9
-	72-81	370-410	D	12	850	14	4	200	166.7	757.7	33.5X33	24	L-4	PS	3	0-20.8	3	0-33.5	0-12.9
Terex Scotland	72-11	220-240	D	6	366	6	4	70	58	264	20.5X25	12	G-2	PS	3	0-7	3	0-11.3	0-10.5
Thomas	S/S700	70-80	G	4	144	2.4	4	26	21.6	98.4	9.00X16	6	-	H	-	0-4.8	-	0-7.7	0-7.7
-	S/S1200	70-80	G	4	180.2	2.95	4	21.6	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-6	-	0-9.7	0-9.7
-	S/S1700	92-100	G	4	153	2.5	4	21.6	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-10	-	0-16.1	0-10
-	S/S2250D	92-100	D	4	106	1.8	4	21.6	18	81.8	7.00X15	6	-	H	-	0-10	-	0-16.1	0-10
-	S/S2250G	92-100	G	4	154	2.5	4	21.6	18	81.8	10.5X15	8	-	H	-	0-10	-	0-16.1	0-10
Volvo	BM541	80-200	D	4	236	4.5	4	26	24.3	110	12.4X24(S)	12(S)	R-4	PS	-	18.6	4	29.9	18.6	29.9
-	BM841	117-240	D	6	353	5.1	4	37	30.8	140	13.6X24(S)	12(S)	R-4	PS	4	16.4	4	26.4	16.4	26.4
-	BM846	115-240	D	6	353	5.1	4	51	42.5	193.1	20.5X25	12	L-2	PS	4	18.6	4	29.9	18.6	29.9
-	BM1240	160/2500	D	8	409	6.7	4	61	50.8	231	20.5X25	16	L-2	PS	4	26	4	41.8	26	41.8
-	BM1641	240/2200	-	8	588	9.6	4	84	70.2	318.1	23.5X25	16	L-2	PS	4	26	4	41.8	26	41.8

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	Capac. estándar del cazo SAE (colmado)		Capac. estándar del cazo SAE (enrasado)		Peso del cazo estándar, con dientes		Anchura del cazo estándar		Altura de descarga a 45°		Alcance a 45°		FUNCIONAMIENTO (en todos los aspectos)											
														Altura a 45°		Long. total, cazo en el suelo		Altura total, cazo levantado		Anchura exterior de las cuchillas		Peso en funcionamiento, equipo estándar		Carga estática lineal, SAE, cazo a 45°		Fuerza de inserción del cazo (mínima)
		yd³	m³	yd³	m³	lb	kg	in.	mm	in.	mm	in.	mm	m³	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	lb	kg	lb	kg	lb
J.I.Case	350	.686	.525	.75	.573	860	299.4	63	1600.2	96	2436.4	38	965.2	156	3962.4	156	3937	80	1524	10.500	4809	-	-	-	5300
-	450	800	.612	1	.765	775	351.5	67.8	1722.1	94	2481.2	36.75	933.5	160	4064	162	4114.8	64	1635.5	13.900	6305	-	-	-	7500
-	850	1.178	901	1.375	1.1	1345	610.1	76.5	1943.1	98.5	2501.9	48.5	1181.1	180	4578	166.5	4230	67	1701.8	18.900	8572.9	11.000	4989.5	11.000	11.000
-	1150B	1.52	1.2	1.75	1.3	1745	791.5	81.2	2062.5	104	2641.6	54	1371.6	199	4900.6	184	4673.6	77	1955.8	24.500	11.249	16.700	7575	16.700	18.400
-	1450	1.85	1.4	2.25	1.7	2305	1045.5	88	2235.2	115	2921	66	1676.4	206.5	5245.1	202	5130.8	81	2057.4	31.320	14.206.5	18.600	8436.8	-	27.100
Caterpillar	PI 931	.87(D)	.67(D)	1(D)	.8(D)	790	340	-	-	102	2590	51(F)	810	153	3890	R(D)	2940(D)	70.5	1790	16.350(E)	6900(E)	9100(E)	4120(E)	9100(E)	10,700
-	PI 941B	1.24(D)	.95(D)	1.5(D)	1.15(D)	-	-	-	-	114	2900	63(F)	1300(F)	188	4520	173.8	4410	73	1850	22.500	10.206	12.630	5730	12.630	14.350
-	PI 955L	1.69(D)	1.29(D)	2(D)	1.53(D)	-	-	-	-	126	3200	72(F)	1600(F)	195	4930	195	4930	R(D)	2160(D)	30.200	13.700	18.150	8450	18.150	20.170
-	PI 977L	2.33(D)	1.78(D)	2.75(D)	2.1(D)	-	-	88.5(I)	2250(I)	134	3400	82(F)	1830(F)	221	5610	213	5410	84	2390	42.500	19.300	24.770	11.210	24.770	34.260
-	983	3.74(D)	2.85(D)	4.5(D)	3.5(D)	-	-	99(I)	2490(I)	142	3600	85(F)	2160(F)	267	6780	245	6200	114	2900	71.600	32.500	48.560	22.080	48.560	43.650(M)
John Deere	JD350B	830	.483	.75	.575	775	351.5	66	1676.4	98	2489.2	30	702	144.5	3670.3	154.3	3919.2	60	1524	12.400	5624.6	7150	3243.2	-	12,100
-	JD450C	1.05	.803	1.25	.956	996	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	160.25	4070.4	170	4318	66	1676.4	18.700	7575	9200	4173	27.080	14,360
-	JD555	1.052	.804	1.25	.956	996	451.8	72.25	1835.2	103	2616.2	33	838.2	160.25	4070.4	170	4318	66	1676.4	18.255	8280.3	10.600	4806	-	15,750
Eimco TMD	630	-	-	.3	.255	-	-	54	1371.6	22.25	565.124	-	-	112	2844.8	80.127	2037.3226	54	1371.6	10.350	4695	-	-	-	5300
-	632	-	-	.785	.6	-	-	74	1879.6	30	914.4	-	-	147	3733.8	128.5	3263.9	54	1371.6	12.500	5669.9	-	-	-	10,300
International Harvester	500E-75	.68	.52	.75	.573	850	294.8	66.5	1689	99.7	2507	29.4	746.8	154.6	3926.8	176	4445	62	1574.8	12.350	5602	7500	3402	10.300	15,144
-	100E	.92	.703	1.13	.864	780	353.8	68.5	1739.9	97	2463.8	31.7	805.2	158	3962.4	180.5	4076.7	65	1651	15.481	7022.1	9067	4112.7	18.850	18,850
-	125E	1.12	.856	1.38	1.1	940	426.4	71.6	1818.6	103.5	2628.9	36.2	970.3	164.75	4184.7	171.8	4365.1	66	1727.2	18.455	8481.8	11.326	5137.4	25.370	25,370
-	175C	1.72	1.3	2	1.5	1892	858.2	86	2184.4	134	3403.6	60	1524	194.5	4940.3	180	4572	61	2057.4	28.890	13.104	18.110	8668.2	34.226	34,226
-	250C	2.25	1.7	2.75	2.1	2330	1057	96	2438.4	129	3276.6	68	1752.6	225	5715	211	5359.4	64	2387.6	43.360	19.668	29.509	13.430	43.650	43,650
JCB	110	1.25	.956	1.5	1.2	1070	485.3	80	2032	100	2540	45	1143	203	5156.2	188	4267.2	69	1752.6	20.765	9418	10.978	4978.6	13.000	13,000
Massey Ferguson	MF200	.825	.478	.75	.573	455	206.4	62	1574.8	99.5	2527.3	32	782	152	3860.8	139.5	3543.3	60	1524	10.375(B)	4706(B)	6500	2948.4	7000	7000
-	MF300	1.125	.860	1.25	.956	1215	551	77	1955.8	98.5	2451.1	37	938.8	154	3911.6	151	3833.4	72	1829.6	19.711	8940.8	12.570	5701.7	18.500	18,500
-	MF400	1.5	1.2	1.625	1.2	1785	809.8	80	2032	100	2540	33	836.2	209	5232.4	186	4775.2	78	1700	24.360	11.322	17.360	7874.4	15.430	15,430
-	MF500B	2	1.5	2.25	1.7	1910	866.4	80	2032	102	2590.8	35	886	189	4572	181	4851.4	82	2087.6	38.531	18.570	19.840	8999.3	19.840	19,840

PI — Se puede Importar
EM — Ensamblado en México
*N — No
Y — Si
†N — No
Y — Si
** — La estabilidad de la máquina depende del tamaño de llantas, balasto en llantas traseras, o de accesorios utilizados.
±D — Diesel
G — Gasolina
□CP — Cara de laminación transversal
OPT — Opcional
TR — De tracción
■A — Automática
CC — De embrague tipo convencional
CS — Contraeje
E — Eléctrica
GD — De engranajes
H — Hidrostática
HS — DE vaivén hidráulico
L — De cierre
PL — Planetaria
PS — De cambio automático
SA — Semiautomática
SS — De cambio suave
VS — De poleas variables
Todo item N/A — No aplica

(A) Modelo Ford 2711-E disponible como opción
(B) Modelo Ford 2713-E disponible como opción
(C) Modelo Perkins T6.354 disponible como opción
(D) Cangilón para uso general.
(E) Con cabina
(F) Solamente máquina
(G) Infinitamente variable
(H) Motor eléctrico
(I) Adelante—frente al operador
(J) Frente, trasero
(K) Con llantas normales, balasto con llantas traseras, cangilón normal, cabina, combustible y 175 lbs. (79 kg) por operador.
(L) Al cangilón: Levantamiento = 16,200 lbs. (7338.6 kg).
(M) Todavía no se encuentra disponible.
(N) Al cangilón: levantamiento = 18,800 lbs. (8516.4 kg).
(P) Al cangilón: levantamiento = 22,500 lbs. (10,193 kg.)
(Q) Modelo D-282 diesel también disponible
(R) Por fuera de cangilón.
(S) Llantas traseras
(T) Modelo GMC 6V-71-N también disponible
(U) Modelo GMC 8V-71-N también disponible
(V) Modelo Cummnis VTA-1710-C también disponible
(W) Sin extra balasto.
(X) Modelo Perkins 6.354 también disponible.
(Y) Perkins T6.354 también disponible. Ambos modelos con turbina.
(Z) Dirección de largueros.
(AA) Con llantas normales
(BB) Con llantas normales y techo de protección.
(CC) Modelo Cummins también disponible.
(DD) Con brazos de alta elevación opcionales.
(EE) Cangilón de canto derecho.
(FF) Con llantas normales y dientes de cangilón
(GG) Con llantas normales, techo de protección y lámparas inundantes.
(HH) Bajo articulación
(II) Incluye tanque lleno, operador, cangilón y llantas 15.5 x 25 – 8PR.
(JJ) Medido 3 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante, con espiga de cangilón como pivote.
(KK) Incluye llantas 15.5 x 25 – 12 PR con 846 lbs. (382 kg) de solución $CaCl_2$ en llantas traseras.
(LL) Incluye llantas 17.5 x 25 – 12 PR con 1182 lbs. (540 kg) de solución $CaCl_2$ en llantas traseras.
(MM) Incluye llantas 25.5 x 25 – 20 PR con 3038 lbs. (1380 kg) de solución $CaCl_2$ en llantas traseras.
(NN) Incluye cabina estándar y llantas 38.00 x 39-30-PR con 7880 lbs. (3570 kg) de solución $CaCl_2$ en llantas traseras.

CARGADORES DE ORUGA

| Fabricante | Modelo | MOTOR | | |

PI — Se puede Importar
EM — Ensamblado en México
FN — Fabricación Nacional.
*AMD — Motor neumático
CS — Contraeje
CD — De engranajes
HY — Hidrostática
PL — Planetaria
PS — De cambio automático
PSR — De reversor automático
†N — No
Y — Si
‡G — De engranajes
V — De paletas

Todo item N/A — No aplica.

(A) — Altura de paso de la máquina
(B) Peso de embarque
(C) A plena elevación
(D) Cangilón para uso general
(E) Incluye tanque lleno, 170 lbs. (77 kg) por operador, protectores inferiores, y de rodillos de orugas, dientes de cangilón, iluminación, gancho de tracción, y techo de protección.
(F) Con 7 pies (2130 mm.) de paso.
(G) De la cara de zapata
(H) Sistema hidráulico del cangilón
(I) A arista cortante
(J) Por fuera de tapas del árbol de catalina
(K) Controles de cangilón, incluyendo tanque y tuberías hidráulicas.
(L) Controles de cangilón
(M) Medido 4 pulgadas (102 mm) detrás de junta de arista cortante con espiga de cangilón como pivote.

RENDIMIENTO

En el movimiento de tierras lo que más nos interesa es minimizar los costos de producción, es decir obtener el costo más bajo posible por unidad de material movido.

Se entenderá por rendimiento al volumen de material movido durante la unidad de tiempo. Este depende de numerosos factores como son:

a) Capacidad del cucharón y su posibilidad de llenado
b) Tipo de material
c) Altura del terreno a excavar y la altura de descarga
d) La rotación necesaria entre la posición de excavación y descarga
e) La habilidad del conductor
f) La rapidez de evacuación de los materiales
g) Características de la organización de la empresa
h) Capacidad del vehículo o recipiente que se cargue

El rendimiento aproximado de un cargador se puede valorar de las siguientes formas:

A) Por observación directa
B) Por medio de reglas y fórmulas (teórico)
C) Por medio de tablas proporcionadas por el fabricante

A) Cálculo del Rendimiento de un Cargador por medio de Observación Directa.

La obtención de los rendimientos por observación directa es la medición física de los volúmenes de materiales movidos por el cargador,

durante la unidad horaria de trabajo, cronómetro en mano.

Con este método se obtienen los rendimientos reales, sin embargo, este sistema requiere de contar con la máquina en el frente de trabajo, por esta razón no es posible usarlo para tomar una decisión de compra. Este método nos proporciona un medio objetivo de comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico.

B) Cálculo de Rendimiento de un Cargador por medio de Reglas y Fórmulas.

El rendimiento aproximado de un cargador por medio de este método puede estimarse del modo siguiente:

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

$$m^3/Hora = m^3/Ciclo \times Ciclos/Hora$$

La cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo es la capacidad nominal del cucharón afectada por un factor que se denomina "Factor de Carga", expresado en forma de porcentaje, que depende del tipo de material que se cargue. Este factor de llenado o de carga debe tomarse muy en cuenta pues el cucharón no se puede llenar al ras más que en los terrenos ligeros en condiciones óptimas. En terrenos pesados especialmente arcilla, el cucharón sólo se llena parcialmente, mientras que en materiales rocosos el llenado es aún más imperfecto.

$$m^3/Ciclo = Capacidad\ nominal\ del\ Cucharón \times Factor\ de\ Carga$$

El factor de carga se puede determinar empíricamente para cada caso en particular o sea por medio de mediciones físicas, o tomarse de los manuales de fabricantes, por ejemplo, tenemos los siguientes valores, tomados de un fabricante:

MATERIAL SUELTO	FACTOR DE CARGA
Agregados húmedos mezclados	95 - 100 %
Agregados uniformes hasta de 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 90 %
Agregados de 1/2" - 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" - o más	85 - 90 %
MATERIAL DINAMITADO	
Bien fragmentado	80 - 85 %
De fragmentación mediana	75 - 80 %
Mal fragmentado	60 - 65 %

Para determinar el número de ciclos/Hora en la operación de un cargador, se debe determinar la eficiencia de la operación o sea los minutos efectivos de trabajo en una hora y éste dividido entre el tiempo en minutos del ciclo total.

$$Ciclos/Hora = \frac{Minutos\ Efectivos\ por\ Hora}{Tiempo\ total\ de\ un\ Ciclo\ (minutos)}$$

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

Condiciones del sitio del trabajo.	Características de la Organización							
	Excelente		Buenas		Regular		Malas	
	%	Min/Hr.	%	Min/h	%	Min/H	%	Min/H
Excelentes	84	50.4	81	48.6	76	45.6	70	42.0
Buenas	78	46.8	75	45.0	71	42.6	65	59.0
Regular	72	43.2	69	41.4	65	39.0	60	36.0
Malas	63	37.8	61	36.6	57	34.2	52	31.2

El tiempo total de un ciclo está compuesto por el tiempo del ciclo básico más el tiempo del ciclo de acarreos.

El tiempo del ciclo básico incluye, el tiempo de carga, descarga, cambios de velocidades, el ciclo completo del cucharón y el recorrido mínimo.

El ciclo básico lo podemos tomar en forma teórica de estadísticas de varias obras o de recomendaciones de fabricantes. Estos nos dicen que el tiempo del ciclo básico es del orden de 20 a 25 segundos y que se ve afectado por diversos factores que se han estimado aproximadamente como sigue:

MATERIAL	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico.
De diversos tamaños	+ 1.2
Hasta de 1/8"	+ 1.2
De 1/8" a 3/4"	- 1.2
De 3/4" a 6"	0.0
De 6" ó más	+ 1.8 y más
En el banco o fragmentado	+ 2.4 y más

MONTON	
Apilado con trasportador o tractor a 3 mts. o más	0.0
Apilado con trasportador o tractor menos de 3 mts.	+ 0.6
Descargado de un camión	+ 1.2

DIVERSOS	Segundos que deben añadirse (+) o restarse (-) del tiempo del ciclo básico
Posesiones en común de camiones y cargador	- 2.4
Operación continua	- 2.4
Operaciones intermitentes	+ 2.4
Tolvas o camiones pequeños	+ 2.4
Tolvas o camiones endebles	+ 3.0

El ciclo de acarreo, es el tiempo que requiere la máquina en transportar el material de la salida del sitio de carga, al lugar de descarga y regresar vacío al lugar del abastecimiento.

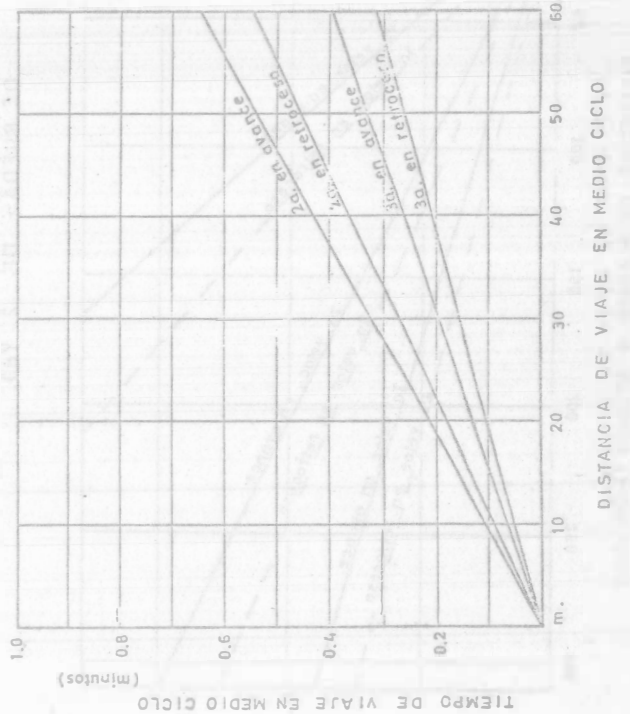
El tiempo de este ciclo de acarreo, si se desconoce, puede tomarse de gráficas hechas por los fabricantes o prepararse con datos estadísticos medidos en la obra en forma apropiada.

A continuación se presentan varias gráficas del tiempo estimado de acarreo o retorno para diversos cargadores, las cuales se han preparado en las siguientes condiciones:

– Sin pendiente

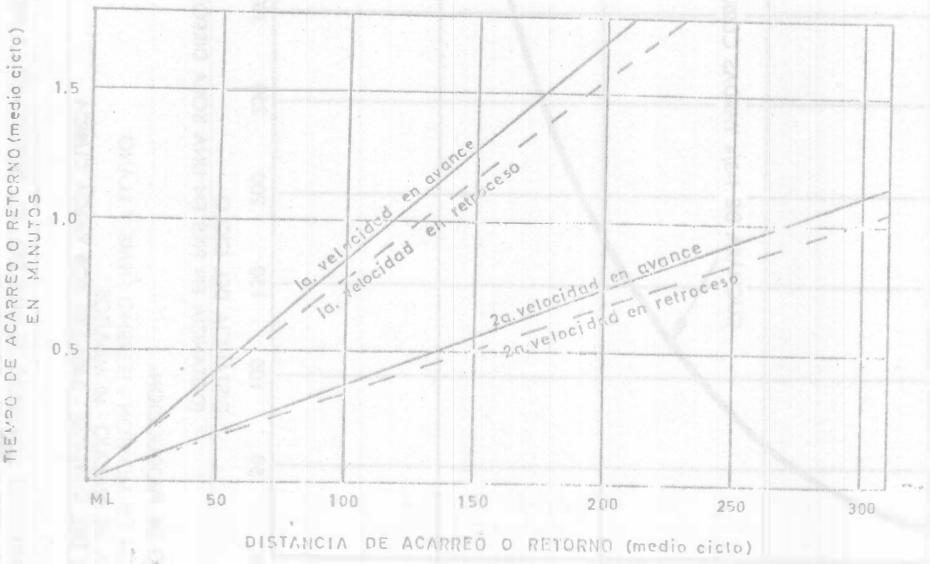
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo de maniobras.

TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR DE CARRILES DE 2 Yd3.

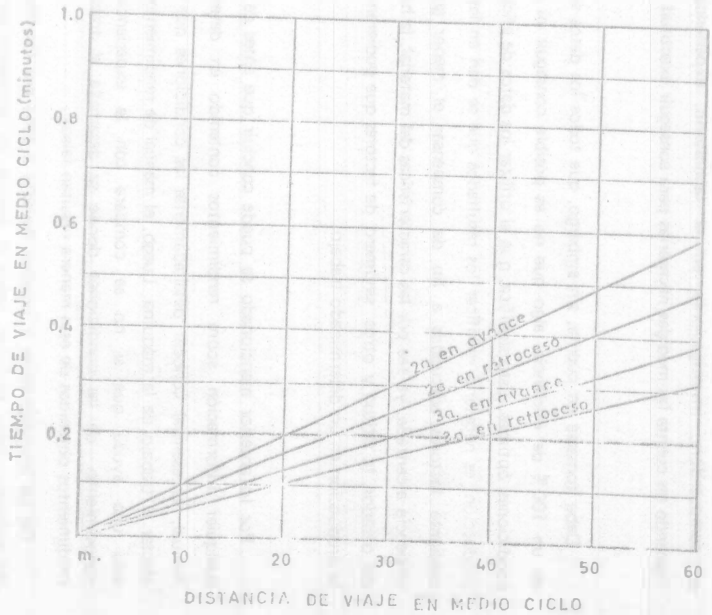


TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 6 Yd3.

TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR DE RUEDAS DE 10 Yd3.



TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR DE CARRILES DE 5 Yd3.



149-II

C) Cálculo del Rendimiento por medio de Tablas proporcionadas por el Fabricante.

Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde se justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determinadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en el laboratorio, experiencia, etc. Tomando en cuenta las medidas necesarias para conseguir exactitud.

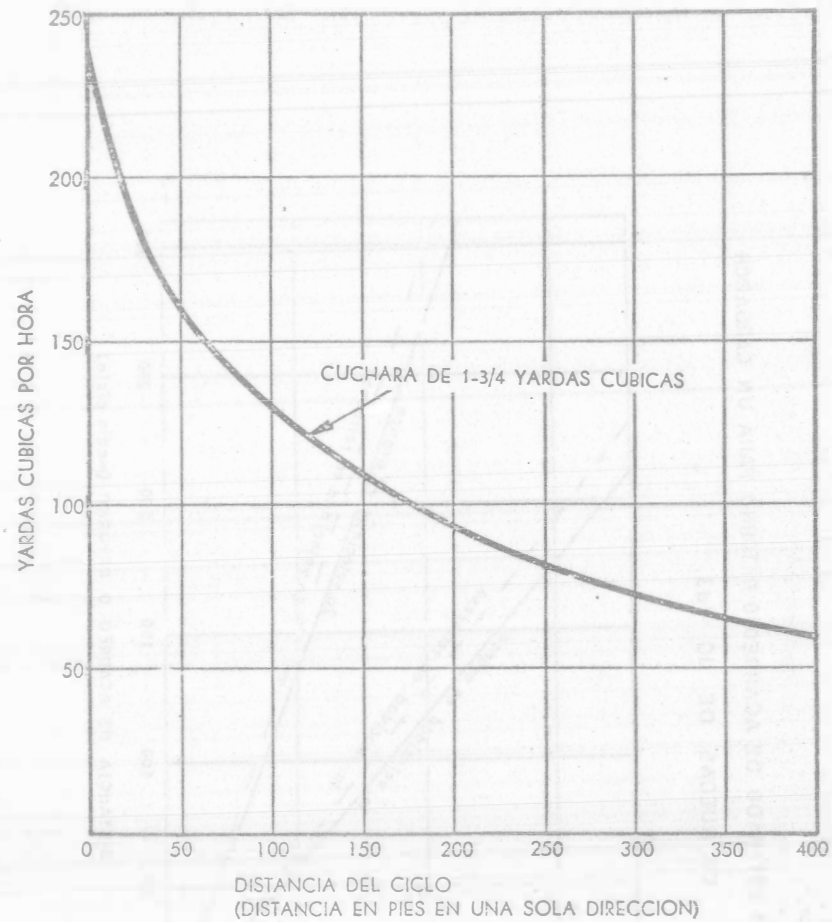
Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que todos los datos se basan en un 100% de eficiencia, algo que no es posible conseguir ni aún en condiciones óptimas. Esto significa, que al utilizar los datos de eficiencia y producción, es necesario rectificar los resultados que se dan en las tablas, mediante factores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

Por lo anterior mencionado se puede concluir que antes de utilizar cualquier información sobre rendimientos contenido en determinado manual, es esencial conocer detalladamente las condiciones que pueden afectar el trabajo de la máquina. Luego, el manual de rendimientos es tan solo una ayuda que si no se compara con la experiencia y el conocimiento de las condiciones donde se desarrolla el trabajo, los rendimientos obtenidos de esta manera resultan falsos.

De las investigaciones y pruebas llevadas a cabo por los fabricantes del cargador marca Michigan, sobre el terreno, se obtuvieron gráficas de producción como las siguientes:

149-III

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 75A, SERIE II

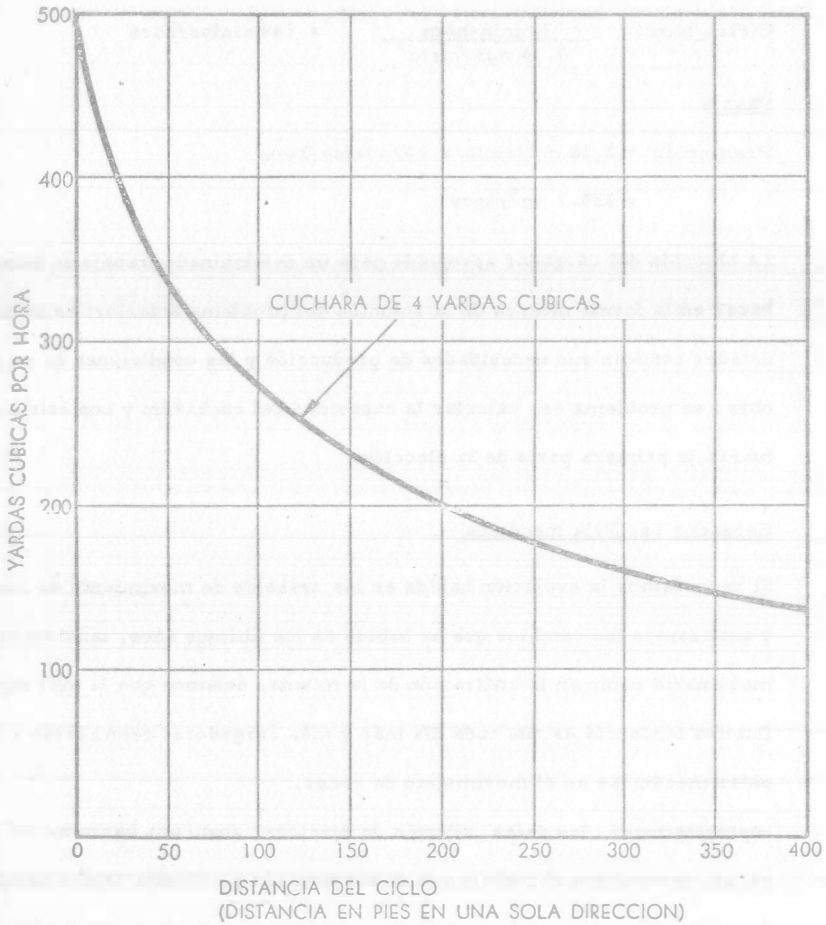


SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 175A, SERIE II

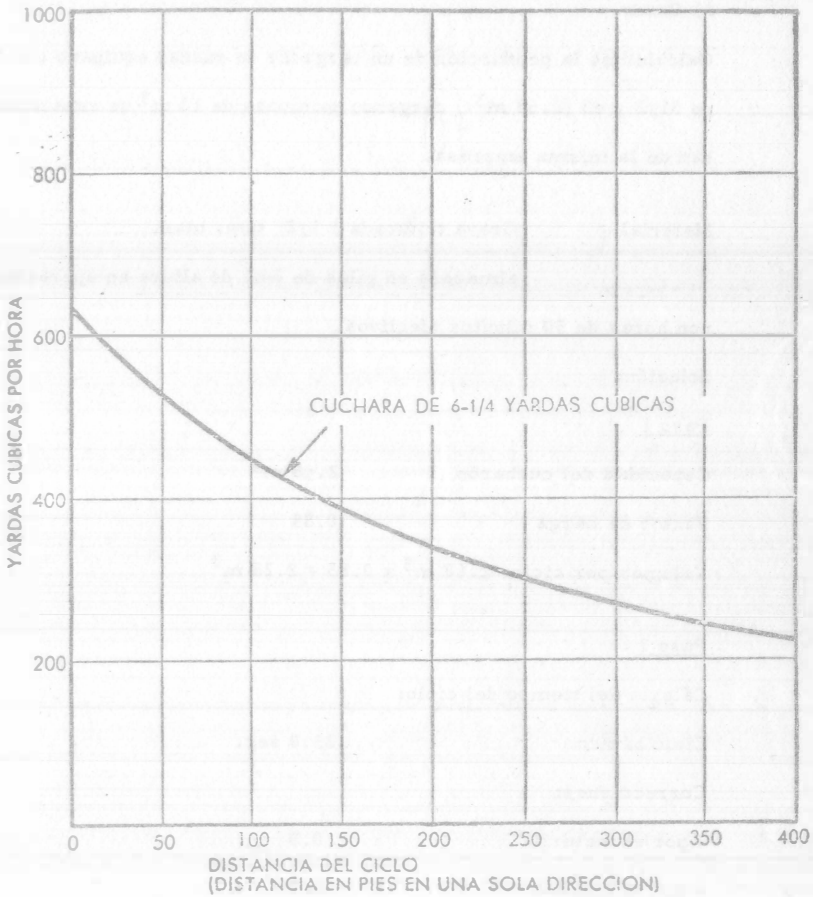


SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PRODUCCION EN YARDAS CUBICAS POR HORA
CARGADOR MODELO 275A, SERIE II



SUPUESTO DE PRODUCCION:

CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO
HORA DE TRABAJO - 60 MINUTOS
PESO DEL MATERIAL - 2.800 LBS. POR YARDA CUBICA

PARA PENDIENTES ADVERSAS DE MAS DEL 5%: REDUZCASE LA PRODUCCION EN UN 2% POR CADA 1% ADICIONAL.

PROBLEMA

a) Datos

Calculemos la producción de un cargador de ruedas equipado con cucharón de 31/2 y d3 (2.68 m^3), cargando camiones de 10 m^3 de capacidad propiedad de la misma empresa.

Material: Grava triturada 1 1/2" tam. max.

almacena en pilas de 6m. de altura en operación continua, con horas de 50 minutos efectivos.

Solución:

Paso 1

Capacidad del cucharón	2.68 m^3
Factor de carga	0.85

Volumen por ciclo: 2.68 m^3 x 0.85 = 2.28 m^3

Paso 2

Cálculo del tiempo del ciclo:

Ciclo básico	25.0 seg.
Correcciones:	
- por el material	0.0
- por el montón	0.0
- posesión en común de cargador y camiones	- 2.4
- operación continua	- 2.4
	20.2 seg.

$$\frac{20.2 \text{ seg.}}{60.0 \text{ seg.}} = 0.34 \text{ min}$$

Paso 3

$$\text{Ciclos\_hora} = \frac{50 \text{ min/hora}}{0.34 \text{ min/ciclo}} = 149 \text{ ciclos/hora}$$

Paso 4

Producción = 2.28 m^3/ciclo x 149 ciclos/hora

= 339.7 m^3/hora

La elección del cargador apropiado para un determinado trabajo se puede hacer en la forma inversa de la solución del problema anterior; es decir, ustedes conocen sus necesidades de producción y las condiciones de su obra, su problema es, calcular la capacidad del cucharón; y con esto efectuarán la primera parte de la elección.

Cargador vs. Pala mecánica

Si recordamos la evolución habida en los trabajos de movimiento de roca y analizamos los cambios que ha habido en los últimos años, tanto en la maquinaria como en la utilización de la misma, notamos que la más significativa tendencia es que cada día más y más cargadores reemplazan a las palas mecánicas en el movimiento de rocas.

Históricamente, las palas, además de funcionar como una herramienta de carga, terminaban el trabajo que la barrenación y voladura habían iniciado. Sin embargo, con los avances tecnológicos en barrenación y explosivos, muchas de las necesidades que existían han sido eliminadas; y la utilización de cargadores en los bancos de roca se ha multiplicado rápidamente.

Es decir, las desventajas de las palas (alta inversión, poca movilidad, altos costos de transportación, etc.) aunadas a los avances tecnológicos

en explotación de bancos de roca, han provocado la declinación de su uso.

Pero esto no es todo; el desenvolvimiento de este nuevo método de movimiento de rocas lo provocaron dos causas muy poderosas para nosotros: Producción y Costo.

Un cargador de 6 yd3 ha probado que puede, por lo menos, igualar la productividad de palas de más de 5 yd3 de capacidad; y que además puede cargar material sin costo comparable al de palas de 4 y hasta 5 yd3 de capacidad.

Veamos un ejemplo comparativo entre un cargador de 10 yd3 y una pala de 6 yd3, en la carga de roca caliza de una cantera, a camiones:

Concepto	Cargador	Pala
Tiempo de carga	0.03	0.03
giro	0.14	0.09
descarga	0.05	0.04
regreso	0.13	0.13
ciclo	0.40	0.34
arreglo de piso	0.10	0.18
espera	0.20	0.20
ciclo total	0.70	0.72
ciclos por hora	85.7	83.3
producción por hora	523.3	305.6
diferencia	71 %	
costo horario	$ 883.66	$ 594.37
Costo por m^3	1.69	1.95
Diferencia	14 %	

Además, el cargador ofrece otras ventajas sobre la pala:

Movilidad.- Un cargador puede moverse fuera del área de voladura rápidamente y con seguridad; y antes que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega de material.

Podemos mover también el cargador hacia el taller para hacerle mantenimiento y reparaciones. Comparen esto con el tener que llevar herramienta y equipo para reparar una pala.

Versatilidad.- El cargador puede mover rápidamente de un lugar a otro el material que se requiera. Es decir, puede realizar la operación de carga y acarreo de roca, en ciertas condiciones, que más adelante discutiremos con detalle.

Sin embargo, los cargadores no están exentos de desventajas.

El problema número uno de los cargadores que trabajan en roca, es el desgaste y rotura de los neumáticos, que ha sido solucionado con el empleo de mallas metálicas y cadenas amortiguadas que protegen la llanta y alargan su vida útil, con el consiguiente abatimiento del costo de operación de la máquina.

Carga y acarreo con cargadores de llantas vs. carga con cargador a camiones volteo

Si un cargador realiza la carga y el acarreo del material del banco hasta la tolva de una planta que lo procesará y elimina el uso de unidades de acarreo tradicionales, se puede obtener, en ocasiones un ahorro de costo considerable.

Este trabajo se puede efectuar con cargadores chicos y grandes, dependiendo de las condiciones del trabajo y requerimientos de producción, con limi

taciones económicas por el costo unitario del material movido.

Es en esta operación donde destacan, sin lugar a dudas, las ventajas del empleo de cargadores de gran capacidad, pues es precisamente su gran producción lo que abate los costos del movimiento de tierras.

Veamos un ejemplo ilustrativo de lo que hasta aquí hemos tratado.

EJEMPLO:

Movamos un volumen de material de un banco a un lugar situado a 200 m. de aquel (condición muy usual en operaciones de trituración). Nuestro problema es elegir el equipo que nos dé un costo más bajo por m^3 de material movido. El volumen a mover es de un material de 3/4" a 6" apilado con - tractor en montones de más de 3m. de altura.

El trabajo se puede hacer con:

1.- Cargador y camiones propiedad de la empresa

2.- Cargador propio y camiones de fleteros locales

3.- Cargador de gran producción (propiedad de la empresa), en una operación de carga y acarreo.

Analicemos el costo unitario de cada una de estas tres alternativas:

ALTERNATIVA 1

Operación de carga a camiones:

Equipo propio:

1 cargador sobre llantas de 2 1/4 yd3 (1.72 m^3)

2 camiones de 6.0 m^3

Costo horario cargador: $ 437.59

Costo horario camión: 207.78

Cálculo de la producción:

Factor de carga: 0.90

Volumen por ciclo: 1.72 m^3 x 0.90

: 1.55 m^3/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 25.0 seg.=0.42 min. Para cargar un camión de 6.0 m^3 son necesarios 4 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.42 min x 4 = 1.68 min. para cargar 6.0 m^3.

$$\frac{6.0\ m^3}{1.55\ m^3} = 3.87 \text{ ciclos}$$

En una hora de 50.0 min., tenemos una producción de 179 m^3.

1.68 min - 6.0 m^3

50.0 min - X

Cálculo del costo unitario: X = 179 m^3

Costo horario del equipo: $ 853.15

Costo unitario = $\frac{853.15 \text{ / hora}}{179\ m^3/\text{hora}}$

$ 4.76 /m^3

ALTERNATIVA 2

Operación de carga a camiones

Camiones de fleteros locales

Equipo: 1 cargador sobre llantas de 2 1/4 yd3 (1.72 m^3)

2 camiones de 6.0 m3 de fleteros

Costo horario del cargador $ 437.59

Tarifa local de fletes: 2.80 - 1.60

Cálculo de la producción

En este caso, la producción es la misma que en alternativa 1

Producción = 179 m^3/hora

Cálculo del costo unitario

Costo horario del cargador: $ 437.59

Costo unitario de carga = $\frac{\$ 437.59/\text{hora}}{\$ 179.00\ m^3/\text{hora}}$

= 2.45 /m^3

Costo unitario de acarreo = 2.80/m^3

(1er. km. tarifa de fletes)

Costo unitario + 5.25/m^3

ALTERNATIVA 3

Operación de carga y acarreo

Equipo: Cargador sobre llantas de 10 yd3 (7.65 m^3)

Costo horario $ 883.66

Cálculo de la producción:

Factor de carga 0.90

Volumen por ciclo 7.65 x 0.90

: 6.89

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg) 0.42 min

Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso) 0.68 min

Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance) 0.74 min

Tiempo total del ciclo 1.84 min

Ciclos por hora = $\frac{50.0\ \text{min/hora}}{1.84\ \text{min/ciclo}}$

= 27.2

Producción: 27.2 ciclos/hora 6.89 m3/ciclo

= 188 m3/hora

Cálculo del costo unitario

Costo unitario = $\frac{\$ 883.66/\text{hora}}{188\ m3/\text{hora}}$

= 4.69 /m3

RESUMEN

Alternativa	Costo unitario
1	$ 4.76/m3
2	5.25/m3
3	4.69/m3

Es decir, la alternativa 3 es la que nos dá un costo más bajo por m3 de material. Hasta aquí, la elección a nivel de obra queda hecha; falta analizar, a nivel gerencia, la aceptabilidad de esta decisión, pues podría suceder que la empresa tuviera disponible un cargador de 2 1/4 yd3 al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd3 podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

En fin, son éstos y muchos otros los factores que afectan la elección de un cargador para efectuar un determinado trabajo. Los principios básicos para el cálculo de la producción de este equipo y para el cálculo del costo unitario de movimiento de materiales con él, los hemos revisado en esta ocasión; y han oído las razones del uso de cargadores de gran producción en el movimiento de tierra y roca, y la forma cómo se utilizan en operaciones de carga y acarreo. Estos eran los objetivos de esta conferencia.

Analicemos el siguiente problema:

Una empresa adquirió una planta de trituración para procesar fuertes volúmenes de material en tiempos relativamente cortos. La gerencia decidió ya, - que un cargador sobre llantas es el equipo adecuado para alimentar del banco a la planta, la roca que se triturará; se requiere decidir en la obra. El cargador de capacidad adecuada y elegir entre dos disponibles.

Cargador 1

Capacidad 10 yd3

Costo horario $ 883.66

Cargador 2

Capacidad 6 yd3

Costo horario $ 752.00

Trituradora

Producción: 140 m3/hora

Costo horario $ 2,613.00

Operación

- carga y acarreo de roca bien fragmentada
- costo aproximado de un cambio de instalación de la planta trituradora dentro del banco: $ 120,000.00
- Producción requerida en cada banco 200,000.00 m3

Frente del banco 80.0 m. de ancho

12.5 m. de altura

Solución:

Dado que el costo horario de la trituradora es de $2,613.00 es aquella la máquina que debe operar en todo tiempo al 100% de eficiencia.

Cálculo de la máxima distancia de acarreo para cada cargador, para una -

producción de 140 m3/hora. Consideramos un 83% de eficiencia de la operación, es decir, horas de 50.0 minutos.

Cargador 1

Factor de acarreo : 0.80

Volumen por ciclo : 0.80 x 7.65 m3

: 6.12 m3

Ciclos por hora necesarios para producir 140 m3/hora

$$C = \frac{140 \text{ m3/hora}}{6.12 \text{ m3/ciclo}}$$

$$C = 22.7 \text{ ciclos/hora}$$

Tiempo del ciclo total

$$T = \frac{50.00 \text{ min/hora}}{22.7 \text{ ciclos/hora}}$$

$$T = 2.21 \text{ min/ciclo}$$

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo del ciclo de acarreo y retornos

$$T = 2.21 - 0.42 = 1.79 \text{ min.}$$

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 10yd3, tenemos que a 255m. de acarreo, los tiempos del ciclo - de acarreo y retorno son:

Tiempo del ciclo de acarreo (2a. velocidad en retroceso)	:	0.86 min
Tiempo del ciclo de retorno (2a. velocidad en avance)	:	0.93 min
SUMA:		1.79 min

Es decir, el cargador de 10 yd3 puede acarrear a 255m., 140 m3/hora de

roca bien fragmentada.

Costo unitario = $\frac{\$\ 883.66/\text{hora}}{140\ m3/\text{hora}}$

= $\$\ 6.31/m3$

Sin necesidad de hacer cambios de instalación de la planta trituradora dentro del banco.

Cargador 2

Factor de acarreo : 0.80

Volúmen por ciclo : 0.80 x 4.60 m3

: 3.68 m3

Ciclos por hora necesarios para producir 140 m3/hora

$C = \frac{140.\ m3/\text{hora}}{3.68\ m3/\text{ciclo}}$

C = 38.1 ciclos /hora

Tiempo de ciclo total

$T = \frac{50.0\ \text{min/hora}}{38.1\ \text{ciclos/hora}}$

T = 1.31 min/ciclo

Tiempo del ciclo básico: (25.0 seg.) 0.42 min

Tiempo de ciclo de acarreo y retorno

T = 1.31 - 0.42 = 0.89 min

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 6 yd3, para un tiempo de ciclo de acarreo y retorno de 0.89 min., tenemos que la distancia de acarreo es de 105m. (2a. velocidad en avance y 2a. velocidad en retroceso).

Es decir, si instalamos la planta a 30 m. de distancia del frente inicial -- (para protegerla de las voladuras), cada 75m. debemos hacer un cambio de la planta dentro del banco.

Dadas las características del banco (80m. de ancho x 12.5 de altura) cada metro de avance en el banco produce 1,000 m3 de roca.

Así, son necesarios 2 cambios de instalación dentro del banco para producir los 200,000 m3 requeridos.

Costo unitario por carga = $\frac{\$\ 752.00}{140\ m3/\text{hora}}$

= $\$\ 5.37/m3$

Costo unitario por cambio de instalación dentro del banco $\frac{2\ \text{cambios x}\ 120{,}000 m3/\text{cambio}}{200{,}000\ m3}$

= $\$\ 1.20/m3$

Costo unitario : = 6.57 /m3

Esto sin considerar el costo de los tiempos perdidos en los cambios de instalación dentro del banco.

En resumen, la elección del cargador de 10 yd3 es la que proporciona una operación más económica.

14-XVIII

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No:
	Modelo: 12-C	Calculó:
OBRA:	Datos Adic: 10 yd³	Revisó:
		Fecha: 20-VI-70

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 3,073.180	Fecha cotización:	15-VI-70
Equipo adicional -		Vida económica (Ve):	5 años
llantas 4x33,429	353.256	Horas por año (Ha):	2000 h/año
		Motores diesel de	434 H.P.
Valor inicial (Va):	2,719.424	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	347.2 HP. op.
Tasa interés (i):	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.5
Prima seguros (s):	5 %	Factor mantenimiento (Q):	0.72

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,719.424 - 0}{10,000} = \$ 271.94$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{2,719.424 + 0}{2 \times 2,000} 0.10 = 68.96$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} s = \frac{2,719.424 + 0}{2 \times 2,000} 0.05 = 34.48$

d) Almacenaje: $A = KD = 0.5 \times 271.94 = 135.97$

e) Mantenimiento: $M = QD = 0.72 \times 271.94 = 195.80$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 574.49

II. CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pe
Diesel: E = 0.20 × 347.2 HP. op. × $ 0.50 /lt. = $ 34.72
Gasolina: E = 0.24 × _____ HP. op. × $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: L = e Pe
Capacidad carter: C = _____ litros
Cambios aceite: t = _____ horas
$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ _____ HP. op. = 0.966 lt/hr.
$L = \frac{0.986}{14}$ lt/hr × $ _____ /lt. = 13.80

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)
Vida económica: Hv = 1,800 horas
$Ll = \frac{353.256}{1,800}$ horas = 196.00

Suma Consumos por Hora $ 245.02

III. OPERACION.

Salario base: $ _____
Salario real - operador: _____
_____: _____
_____: _____
Sal/turno prom.: $ 427.16
Horas/turno prom.: (H)
H = 8 horas × 0.83 (factor rendimiento) = 6.6 horas
Operación = O = $\frac{S}{H} = \frac{\$ 427.16}{6.66}$ horas = $ 64.15

Suma Operación por Hora $ 64.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 383.66

1-9-XIX

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: CARGADOR
Modelo: 75 B
Datos Adic: 2 1/4 yd³

Hoja No: 1
Calculó:
Revisó:
Fecha: 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1,282,100.00
Equipo adicional – llantas 20.5 x 25 12 C: 122,000.00
Valor inicial (Va): 1,170,100.00
Valor rescate (Vr): 0 % = $
Tasa interés (i): 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
Motores diesel cc 145 HP.
Factor operación:
Potencia operación: 130.5 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 0.86

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1,170,100 - 0}{10,000} = \$ 117.01$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{1,170,100 + 0}{2 \times 2,000} 0.1 = 29.25$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{1,170,100 + 0}{2 \times 2,000} 0.05 = 14.62$

d) Almacenaje: $A = KD = 0.015 \times 117.01 = 1.76$

e) Mantenimiento: $M = QD = 0.86 \times 117.01 = 100.63$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 263.27

II. CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc
Diesel: E = 0.20 x 130.5 HP. op. x $ 0.50 /lt. = $ 13.05
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: L = a Pc
Capacidad carter: C = 30 litros
Cambios aceite: t = 1.00 horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0060 \end{cases} \times 130.5$ HP. op. $= 0.76$ lt/hr.

$L = 0.76$ lt/hr x $ 14.00 /lt. $= 10.64$

d) Llantas: $Li = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)

Vida económica: Hv = 1,200 horas

$Li = \frac{112,000}{1,200 \text{ horas}} = 93.33$

Suma Consumos por Hora $ 117.02

III. OPERACION.

Salario base: $ _____
Salario real – operador: _____
_____: _____
_____: _____
Sal/turno-prom: $ 382.00
Horas/turno-prom.: (H)
H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 382.00}{6.66 \text{ horas}} = \$ 57.30$

Suma Operación por Hora $ 57.30

COSTO DIRECTO HORA – MAQUINA (HMD) $ 437.59

149-xx

CONSTRUCTORA	Máquina: Camión	Hoja No:
	Modelo: Ford	Calculó: C.G.
OBRA:	Datos Adic: 6 m³	Revisó :
		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 190,000.00	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional - llantas 6 x 2,300	13,800.00	Vida económica (Ve):	3 años
		Horas por año (Ha):	2,000 hr/año
		Motores gasolina de	250 HP.
Valor inicial (Va):	176,200.00	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	200 HP. op.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	15 %	Factor mantenimiento (Q):	0.9

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación : $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{176,200 - 0}{10,000} = \$ 17.62$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{176,200 + 0}{2 \times 2000} 0.10 = 4.41$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{176,200 + 0}{2 \times 2000} 0.05 = 2.20$

d) Almacenaje : $A = KD = 1.015 \times 17.62 = 0.26$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.9 \times 17.62 = 15.85$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 140.34

149-xxiii

II. CONSUMOS.

a) Combustible : $E = e\ Pc$

Diesel : $E = 0.20 \times$ ____ HP. op. x $ ____ /lt. =$

Gasolina: $E = 0.24 \times 200$ HP. op. x $ 2.10 /lt. = 101.30

b) Otras fuentes de energía : ____ =

c) Lubricantes: $L = a\ Pe$

Capacidad carter: $C = 6$ litros

Cambios aceite : $t = \frac{6}{70}$ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0060 \end{cases} \times 200$ HP. op. $= 0.764$ lt/hr.

$L = 0.784$ lt/hr x $ 14 /lt. = 10.95

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)

Vida económica: $Hv = 1,600$ horas

$Ll = \frac{13,800}{1,600}$ horas $= \$ 8.64$

Suma Consumos por Hora $ 121.09

III. OPERACION.

Salario base : $ ____

Salario real - operador : ____

____ : ____

____ : ____

Sal/turno-prom: $ 308.23

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 308.23}{6.66}$ horas $= \$ 46.35$

Suma Operación por Hora $ 46.35

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 207.78

Problema

Se requiere cargar 1 000,000 m^3 de roca para la construcción de una cortina. El material es producto dinamitado bien fragmentado en pilas mayores de 3 m hechas por un tractor y se cargarán a camiones de 35 ton. de capacidad.

Equipo disponible:

Cargador 6 yd^3 cat 988 costo - horario 1,028.84

Cargador 9 yd^3 Terex 72-81 costo-horario 1,340.84

Tractor D8K Cat costo-horario 613.21

Tiempo de realización 15 meses

Solución :

Tiempo disponible 25 x 15 x 3 x 8 = 9 000 horas

Producción requerida $\frac{1\ 000,000}{9,000}$ = 111 m^3/hora

Cargador 9 yd^3 (6.9 m^3)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (6.9) = 5.17 m^3

Tiempo del ciclo básico = 25 seg

Tiempo por material = + 2.4 seg

Tiempo por apilado = - 2.4 seg

Posesión del equipo = 0 seg

ciclo = 25 seg = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50 \text{ min}}{0.42 \text{ min}}$ = 119 ciclos/hora

Producción teórica = 119 x 5.17 = 615 m^3/hora

Producción real = 130.5 m^3/hora

Factor utilización 21%

Costo = $\frac{1340.84}{130.5}$ = \$10.29/m^3

Cargador 6 yd^3 (4.6 m^3)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (4.6) = 3.45 m^3

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50}{0.42}$ = 119 ciclos/hora

Producción teórica 119 x 3.45 = 411 m^3/hora

Producción real = 112.5 m^3/hora

Factor utilización 19%

costo = $\frac{1,028.84}{112.5}$ = \$9.14 /m^3

149-XXVI

Formato para el análisis del costo directo [illegible]

CONSTRUCTORA:	Máquina: CARGADOR	Hoja No.
	Modelo: CAT 988	Calculo: [illegible]
	Datos Adic: 6 yd³	Revisó:
OBRA:		Fecha:

DATOS GENERALES.

Precio adquisición: $ 2,345 000

Equipo adicional: llantas 4x51,400 — 245,600

Valor inicial (Vo): $ 2,099,400

Valor rescate (Vr): 0 % = $ 0

Tasa interes (i): 10 %

Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76

Vida económica (Ve): 10,000 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motor: diesel de [illegible] HP

Factor operación:

Potencia operación: 268 H.P. op.

Coeficiente almacenaje (K): 0.015

Factor mantenimiento (Q): 0.76

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciacion: $D = \frac{Vo - Vr}{Ve} = \frac{2,099,400 - 0}{} = \$ 209.94$

b) Inversión: $I = \frac{Vo + Vr}{2\,Ha}\,i = \frac{2099,400 + 0}{2 \times 2000}\,0.1 = 52.44$

c) Seguros: $S = \frac{Vo + Vr}{2\,Ha}\,s = \frac{2,099,400 + 0}{}\,0.05 = 26.22$

d) Almacenaje: $A = KD = 0.015 \times 209.94 = 3.14$

e) Mantenimiento: $M = QD = 0.76 \times 209.94 = 159.20$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA $ [illegible]

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e\,Pc$

Diesel: $E = 0.20 \times 268$ HP. op. $\times$ $ 0.61 /lt. = $ 32.70

Gasolina: $E = 0.24 \times$ ____ HP. op $\times$ $ ____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía: ____ =

c) Lubricantes: $L = a\,Pe$

Capacidad carter: C = ____ litros

Cambios aceite: t = ____ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ ____ HP. op. = 0.986 lt/hr.

$\therefore L = 0.986$ lt/hr $\times$ $ 14 /lt. = 13.80

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)

Vida económica: Hv = 550 horas

$\therefore Ll = \frac{\$\ 245,600}{550 \text{ horas}} = 447.00$

SUMA CONSUMOS POR HORA $ [illegible]

III.- OPERACION.

Salarios: S

operador: $ ____

Sal/turno-prom: $ 402.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas $\times$ 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

$\therefore$ Operación $= O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 402.00}{6.66 \text{ horas}} = \$\ 60.40$

SUMA OPERACION POR HORA $ 60.40

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) $ 1,024.84

Número de ciclos por hora $\frac{50 \text{ min}}{0.42 \text{ min}} = 119$ ciclos/hora

Producción teórica = 119 x 5.17 = 615 m³/hora

Producción real = 130.5 m³/hora

Factor utilización 21%

Costo = $\frac{1340.84}{130.5} = \$10.29/m^3$

Cargador 6 yd³ (4.6 m³)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (4.6) = 3.45 m³

Tiempo del ciclo = 0.42 min.

Número de ciclos por hora $\frac{50}{0.42} = 119$ ciclos/hora

Producción teórica 119 x 3.45 = 411 m³/hora

Producción real = 112.5 m³/hora

Factor utilización 19%

costo $\frac{1\,028.84}{112.5} = \$9.14$ /m³

14 F-XVII

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No:
	Modelo: 12-C	
OBRA:	Datos Adic: 10 yd³	Revisó :
		Fecha : 26-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 3,073.180	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional – llantas 4x33,439	353.256	Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2000 hr/año
		Motores diesel de	434 H.P.
Valor inicial (Va):	2,719.424	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	347.2 H.P. op.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	5 %	Factor mantenimiento (Q):	0.72

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,719.424 - 0}{10,000} = \$\ 271.94$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,i = \frac{\quad}{2 \times 2,000}\ 0.10 = 68.96$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,s = \frac{2,719.424 + 0}{\quad}\ 0.05 = 34.48$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 271.94 = 3.71$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.72 \times 271.94 = 195.50$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 574.49

149-XXVII

CONSTRUCTORA	Máquina: CARGADOR	Hoja No:
	Modelo: 72 - 81	Calculó: c o h
OBRA:	Datos Adic: 9 yd³	Revisó :
		Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$3,073.180	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional - llantas 4x88,439	353,756	Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2,000 hr/año
		Motores diesel de	434 HP.
Valor inicial (Va):	2,719,424	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	347.2 HP. op.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	5 %	Factor mantenimiento (Q):	0.72

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,719.424 - 0}{10,000} = \$271.94$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{2,719.424 + 0}{2x2000} 0.1 = 68.96$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{2,719.424 + 0}{2x2000} 0.05 = 34.48$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015x271.94 = 3.71$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0.72x271.94 = 195.50$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 574.49

148-XVII

149-XVII

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: TRACTOR
Modelo: D3K
Datos Adic:

Hoja No:
Calculó: C C H
Revisó :
Fecha : 25-VI-76

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 2,300,000	Fecha cotización:	15-VI-76
Equipo adicional – Hoja topadora y desgarrador		Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2,000 hr/año
		Motores diesel de	300 HP.
Valor inicial (Va):	2,300,000	Factor operación:	
Valor rescate (Vr):	0 % =$	Potencia operación:	HP.
Tasa interés (i) :	10 %	Coeficiente almacenaje (K):	0.015
Prima seguros (s):	5 %	Factor mantenimiento (Q):	0.96

CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc
Diesel : E = 0.20 x 372 HP. op. x $ 0.61 /lt. =$ 45.4
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe
Capacidad carter: C = _____ litros
Cambios aceite : t = _____ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ _____ HP. op. = 0.986 lt/hr.

L = 0.986 lt/hr x $ 14 /lt. = 13.80

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$

Vida económica: Hv = 550 horas

$Ll = \frac{353,756}{550}$ horas = 643.00

Suma Consumos por Hora $ 702.20

. OPERACION .

Salario base : $_____
Salario real – operador : _____
_____ : _____
_____ : _____
Sal/turno-prom: $ 427.16
Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.65 horas

Operación = O = $\frac{S}{H} = \frac{\$\ 427.16}{6.66}$ horas =$ 64.15

Suma Operación por Hora $ 64.15

COSTO DIRECTO HORA – MAQUINA (HMD) $ 1,340.8

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,300\,000 + 0}{10\,000} =$ $ 230.00

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{2,300\,000 - 0}{2x2000}$ 0.10 = 57.50

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{2,300\,000 - 0}{2x2000}$ 0.05 = 28.75

d) Almacenaje : A = KD = 0.015x230 = 3.45

e) Mantenimiento : M = QD = 0.96x230 = 221.00

Suma Cargos Fijos por Hora $ 540.70

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 18.85

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pc

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ _____ HP. op. = 0.497 lt/hr.

L = 0.497 lt/hr x $ 14.00 /lt. = 6.96

d) Llantas: Ll = VII (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = _____ horas

Ll = _____ / horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 25.81

II. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : 311.00

Sal/turno-prom:$

Horas/turno-prom.: (H)

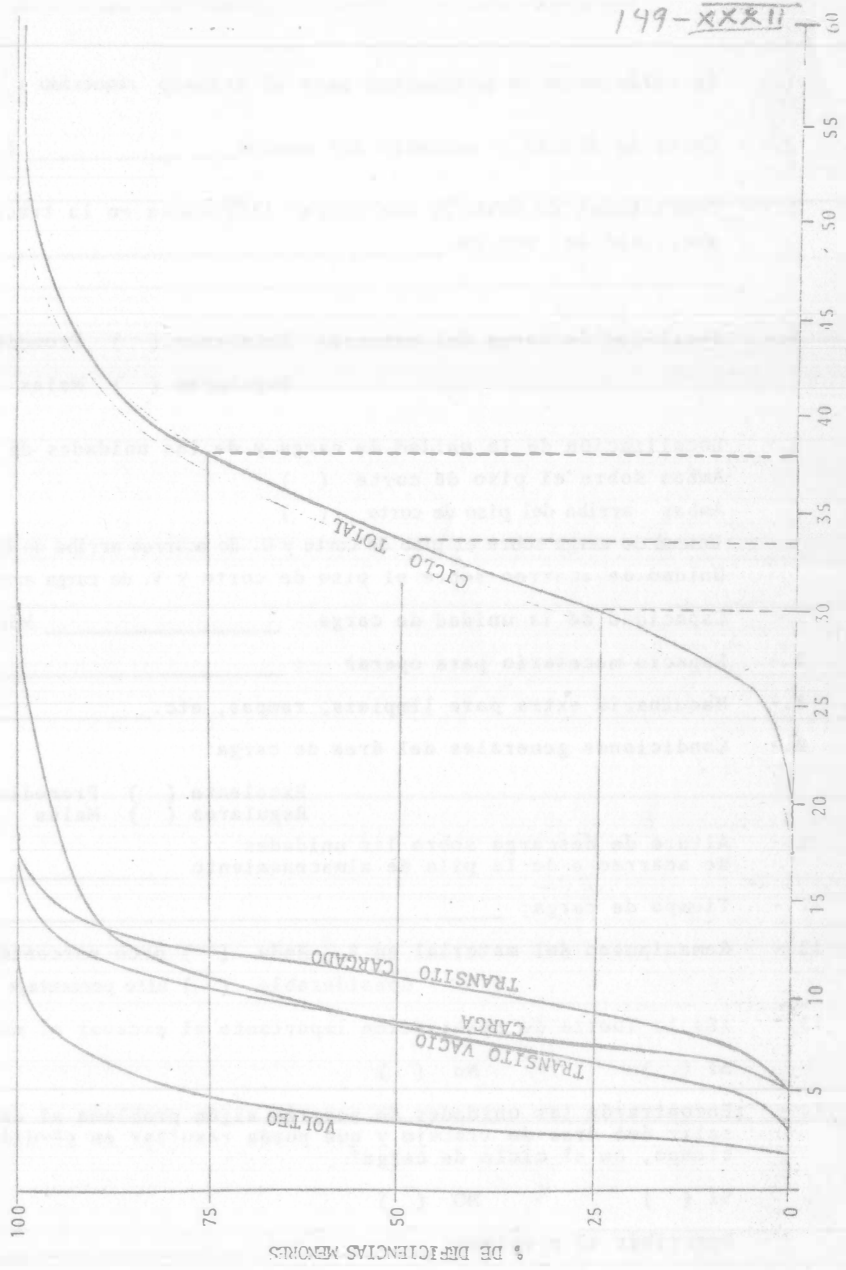
H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = S/H = $ 311.00 / 6.66 horas = $ 46.70

Suma Operación por Hora $ 46.70

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H.M.D) $ 613.21

INFLUENCIA EN EL CICLO DE U' CARGADOR POR DEFICIENCIAS MENORES



PUNTOS DE CHEQUEO PARA EL ANALISIS DE UN TRABAJO

1.- Es suficiente la produccion para el trabajo requerido :_____

2.- Costo de fletes y ensamble del equipo_____ $_____

3.- Condiciones de trabajo que tengan influencia en la tracción y en la movilidad del equipo:_____

_____

4.- Facilidad de carga del material: Excelente ( ) Promedio ( )
Regulares ( ) Malas ( )

5.- Localización de la unidad de carga y de las unidades de areas:
Ambas sobre el piso de corte ( )
Ambas arriba del piso de corte ( )
Unidad de carga sobre el piso de corte y U. de acarreo arriba de él ( )
Unidad de acarreo sobre el piso de corte y V. de carga arriba de él ( )

6.- Capacidad de la unidad de carga _____ M3/h

7.- Espacio necesario para operar : _____

8.- Maquinaria extra para limpieza, rampas, etc._____

9.- Condiciones generales del área de carga:
Excelente ( ) Promedio ( )
Regulares ( ) Malas ( )

10.- Altura de descarga sobre las unidades de acarreo o de la pila de almacenamiento _____M.

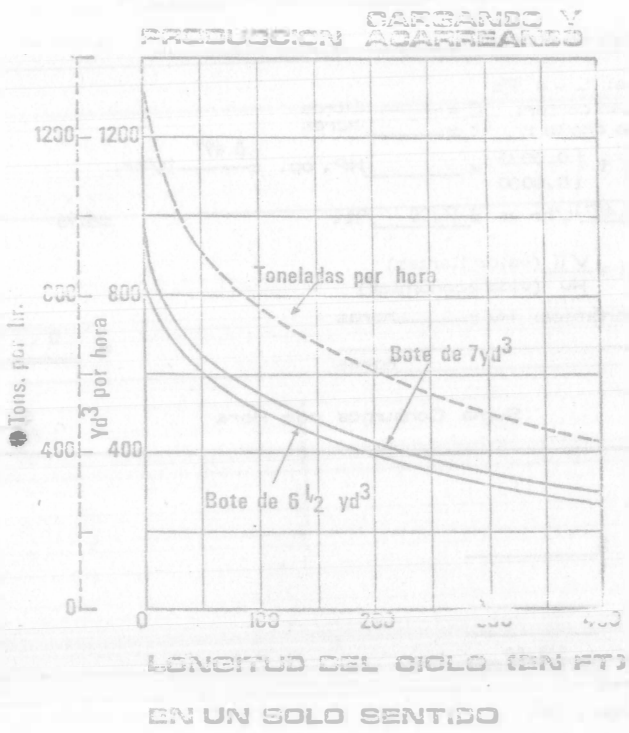
11.- Tiempo de carga: _____Min.

12.- Remanipuleo del material en % Nada ( ) poco porcentaje ( )
Considerable ( ) alto porcentaje ( )

13.- ¿Es la fuerza de penetración importante al excavar el material?
SI ( ) No ( )

14.- ¿Encontrarán las unidades de acarreo algún problema al entrar o salir del área de trabajo y que pueda resultar en pérdida de un tiempo, en el ciclo de carga?
SI ( ) NO ( )
Describir el problema: _____

_____



RETROEXCAVADORAS

Introducción

Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajos de excavación, donde el material a excavar se encuentra bajo el nivel del piso en el que se apoya la máquina.

Este tipo de excavadoras existe desde hace mucho tiempo (más de 40 años), y se desarrolló a partir de un diseño básico de orugas y operadas con motor de gasolina o diesel.

Originalmente aparecieron en el mercado de maquinaria de construcción operadas por cable y con capacidades de 3/8 a 3/4 yd3. Posteriormente, con el desarrollo del equipo de construcción fueron perdiendo aplicaciones al haber sido desplazadas por equipo operado hidráulico. Recientemente resurgieron con un nuevo diseño, complementante hidráulico y con un mayor poder de excavación dando por resultado una mayor productividad en los trabajos a desarrollar.

Las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas, de 3/8, 1/2 y 5/8 yd3 de capacidad, además de trabajar en alcantarillados y líneas de agua como sus antecesoras operadas con cable, hacen obras de excavaciones para cimentaciones y urbanizaciones.

Las retroexcavadoras más grandes de 2 1/2 a 3 yd3 de capacidad, gracias a su alcance, profundidad y productividad se han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en -

...

general, trabajos de cantera y manejo de materiales y han - desplazado, en algunos casos, a los cargadores sobre llan-- tas, palas y dragas, que efectuaban esos trabajos.

Zona de trabajo.

Una retroexcavadora tiene un rango de acción bastante amplio en el cual se puede mover económica y eficientemente; obtener su carga correctamente, colocar el cucharón para descargar y finalmente, hacer la descarga.

Zona aproximada de trabajo de una retroexcavadora hidráulica (capacidad de 1 a 3 yd3)

Alcance	10	a	15	m
Profundidad	6	a	10	m
Altura de carga	4	a	7	m

La zona de trabajo se divide en dos áreas:

1.- Area de excavación

El área de excavación esta bajo el piso en el que se apoya la máquina. Está limitada por el alcance de la pluma, brazo de excavación y cucharón. Estas piezas también limitan - la máxima profundidad a la cual la máquina puede excavar.

2.- Area de vaciado.

Esta área está sobre el piso y su alcance está definido por la distancia a la que la retroexcavadora puede vaciar su cucharón fuera del área que está excavando, alrededor de sí - misma, sin moverse de lugar.

El límite económica de la zona de trabajo se establece me-

..

diante la comparación de algunas alternativas, o con algunas otras máquinas que hagan el mismo trabajo. Por ejemplo, una retroexcavadora tiene características favorables- para excavar una zanja, pero su área de vaciado está limitada. Puede moverse utilizando sus medios de tracción y - aumentar así su alcance de descarga, dentro de ciertos límites; pero esto reduce su productividad.

Características de operación:

Movilidad.
Depende del tipo de tracción que posea, que puede ser montada sobre orugas o montada sobre llantas.

Las retroexcavadoras más comunes son las montadas obre orugas.

Por lo general, las retroexcavadoras montadas sobre neumáticos, por su mayor movilidad, tienen un uso adecuado para- excavaciones de alcantarillas y obras auxiliares en caminos y obras de urbanización.

Se utilizan donde es posible mover grandes volumenes sin necesidad de desplazamientos grandes.

Las demás características de operación y diseño son:

a) Alcance
b) Profundidad de excavación
c) Area de excavación
d) Altura de descarga
e) Giro
f) Capacidad del cucharón

Estas características, se muestran en la gráfica No.1.

Selección del cucharón apropiado.

Existe un amplio diseño de cucharones cuya selección se hace de acuerdo a:

- tamaño de la retroexcavadora
- Tipo y peso del material que va a ser excavado.
- Profundidad y ancho de la zanja que se requiera hacer.

Los fabricantes ofrecen equipos opcionales (cuchillas y dientes), según las necesidades del constructor, así como distintos tipos de cucharones, además de los comúnmente empleados.

Aplicaciones:

Dentro de la amplia variedad de aplicaciones de una retroexcavadora, se pueden mencionar:

1 Excavación de zanjas para drenaje y agua potable.
2 Alcantarillas y cunetas de caminos.
3 Excavación y afinamiento de canales.
4 Excavación para cimentación de edificios y casas.
5 Alimentación de equipos de trituración y cribado.
6 Carga a camiones
7 Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.
8 Limpieza de terrenos.
9 Colocación de tubería de drenaje y agua potable.
10 Excavaciones de precisión.
11 Rellenos.
12 Desazolve de canales.

Cálculo de la producción

Factores que afectan la producción:

Tipo del material
Peso del material
Abundamiento del material
Contenido de humedad
Facilitad de manejo
Angulo de reposo.

Factores que intervienen en el cálculo de la producción:

Slección del cucharón
Rendimiento horario aproximado
Factor de eficiencia
Coeficiente por profundidad de corte
Coeficiente por giro
Coeficiente por facilidad de carga
Número de vehículos de acarreo (cuando se esté cargando camiones).

TABLA 1

Rendimiento horario aproximado (m3 en banco) en m3/hora.

Capacidad cucharón (yd3)	(m3)	Suelo arcilloso	Roca bien fragmentada
1	0.75	65 - 76	45 - 57
1 1/4	0.95	76 - 100	60 - 76
1 7/8	1.45	110 - 145	80 - 105
2 1/2	1.90	150 - 195	105 - 150
3	2.30	188 - 295	138 - 186

TABLA 2

Factor de eficiencia

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

TABLA 3

Carga fácil	0.95
Carga media	0.85
Carga dura	0.70
Carga muy dura	0.55

TABLA 4

Factor por profundidad de corte

Prof.máx.de corte (m)	Factor
1.5	0.97
3.0	1.15
4.5	1.00
6.0	0.95
7.5	0.85
9.0	0.75

TABLA 5

Factor por ángulo de giro

Angulo de giro	Factor
45°	1.05
60°	1.00
75°	0.93
90°	0.86
120°	0.78
150°	0.61

149-XLII

Ejemplo:

Se requiere una producción mensual de 15,000 m3 en un terreno de suelo arcilloso, difícil de cargar a una profundidad - máxima de excavación de 8.00 m con un ángulo de giro de 90°. Determinar qué capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabajará 1 turno, con una eficiencia de 50 min/hora

Solución:

Horas disponibles por mes = 25 días x8 h/día x 0.83
= 160 horas

Rendimiento técnico necesario por hora = $\frac{15{,}000 \text{ m3/mes}}{160 \text{ horas/mes}}$
= 93.7 m3/hora

Rendimiento necesario por hora (según tablas) = $\frac{\text{Rend. teórico necesario por h.}}{\text{Factor de carga x Factor de giro x factor de prof. de corte}}$

= $\frac{93.7 \text{ m3/hora}}{0.70 \times 0.86 \times 0.80}$

= 195.2 m3/hora

En la tabla 1, se considera apropiado un equipo con cucharón de 2 1/2 a 3 yd3.

149-XLIII

OBRA

HOJA 9

FECHA

MAQUINA
RETROEXCAVADORA 1 1/4 yd3

CLASE Y MODELO MAQUINA

Precio actual adquisición

Máquina Retroexcavadora 1 1/4 yd3 $ 1'050,000.00

Equipo adicional $

Suma $ 1'050,000.00

Valor Llantas

x

x

Menos $

Valor adquisición $ 1'050,000.00

Vida Económica 10.000 horas 1.800 hores año

Motor Diesel de 200 H. P.

Valor de rescate $ 0

1) CARGOS FIJOS

1.1) Depreciación $\frac{\$\ 1'050,000.00}{10{,}000 \text{ Hrs. totales}}$ -0 = $ 105.00 /hr

1.2) Intereses $\frac{\$\ 1'050,000.00}{2x\ 1800 \text{ hrs/año}}$ +0 0.10/año = $ 29.10 /hr

1.3) Seguros $\frac{\$\ 1'050,000.00}{2x\ 1800 \text{ hrs/año}}$ +0 0.02/año = $ 5.82 /hr

1.4) Almacenaje $ 105.00 /hr X 0.10 = $ 10.50 /hr

1.5) Mantenimiento

1.5.1) Reparaciones Mayores y Menores $ 105.00 /hr X 0.70 = $ 73.50 /hr

$ /hr

SUMA CARGOS FIJOS $ 223.92/hr

149-XLIV

OBRA

HOJA 10

FECHA

MAQUINA

Retroexcavadora 1 1/4

G) - CONSUMOS.-

1) - Diesel

30.0 lt./h x $ 0.40 /lt. = $ 12.00 /h

2 - Gasolina (de arranque ó consumo)

lt./h x $ /lt. = $ /h $ 12.00 /h

) - Lubricantes

3) - Aceite de lubricación y cambio

0.512 lt/h x $ 8.00 /lt. = $ 4.10 /h

4) - Aceite Mecanismos hidráulicos

0.56 lt./h x $ 8.00 /lt. = $ 4.48 /h

5) - Grasas = $ 0.60 /h $ 9.18 /h

6) -

$

SUMA CONSUMOS $ 21.18

H) - OPERACION.-

Salario costo por turno

Operador $ 215.00 $ 215.00 /turno

$ 215.00 /turno

$ 215.00 /turno x1.525 $ 327.87 /turno

$ 327.87 /turno = $ 49.67 /h

9.6 horas efectivas/turno

I) - TRANSPORTE

$ 20,000.00 costo transporte = $ 5.00 /h

4,000 horas en obra

RESUMEN

CARGOS FIJOS $ 233.92 /h

CONSUMOS $ 21.18 /h

OPERACION $ 49.67 /h

TRANSPORTE $ 5.00 /h

SUMA CARGO DIRECTO

149-XLV

Ejemplo:

Calcular el costo por m3 de material excavado y colocado a un lado de una zanja para alojar unas tuberías para drenaje. Se utiliza una retroexcavadora de 1 1/4 yd3, la zanja tiene una profundidad máxima de 7.0 m y el giro para descargar es de 90°. La zanja se hará en un suelo arcilloso de muy dura extracción. Se considera una eficiencia de la obra de 0.9 Costo horario de la retroexcavadora de 1 1/4 yd3 $299.77.

Solución:

De la Tabla 1

Rendimiento teórico: = 76 m3/hora

Rendimiento real = Rend.teórico x factor de eficiencia x factor de giro x factor de profundidad de corte x factor de carga

= 76 m3/hora x 0.9x0.86x0.92x0.55

= 29.8 m3/hora

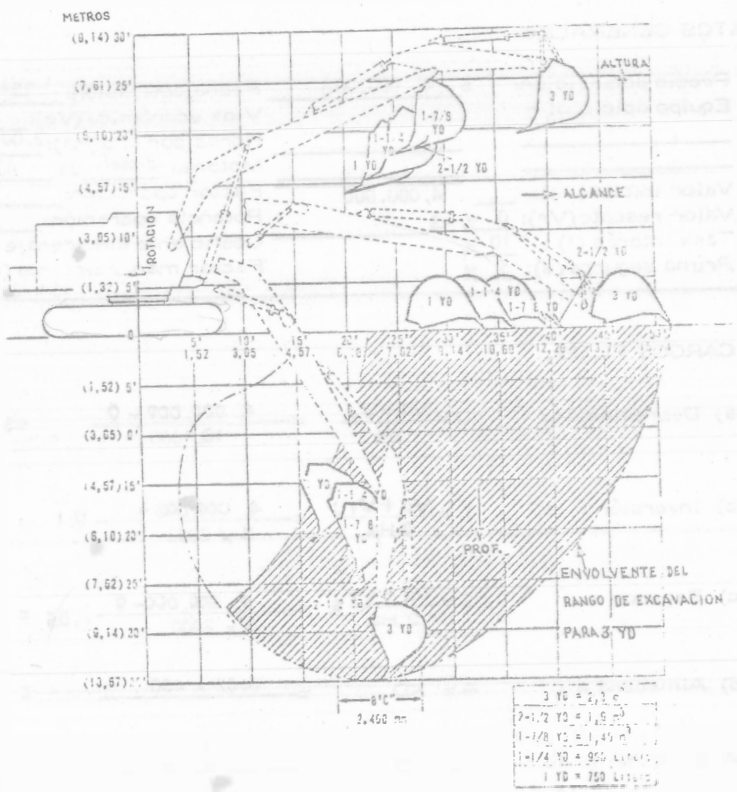
Costo Unitario = $\frac{\text{Costo horario de la retroexcav.}}{\text{Rend. real}}$

= $\frac{\$ 299.77/\text{hora}}{29.8\ \text{m3/hora}}$

= $ 10.06/m3

149-XLVI

12



149 - XLVII

PROBLEMA

Se requiere cargar 2,650,000 m^3 de grava-arena para la construcción de una cortina. El material se extrae del cauce del río a una profundidad promedio de 3m y un giro de 96° cargándose a camiones de 6 m^3

Equipo disponible

Retroexcavadora 4 yd^3 Koering 1066 costo horario $1,074.54
Retroexcavadora 1 1/2 yd^3 LS-5000 costo horario $ 538.72
Draga 3 yd LS-408 costo horario $ 915.34
Tiempo de realización 15 meses

Solución

Tiempo disponible 25 X 15 X 3 X 8 = 9000 horas

Producción requerida $\frac{2,650,000}{9,000}$ = 294.5 m^3/hora

de la operación de las máquinas se obtuvieron los resultados siguientes:

LS-5000 = 84.6 m^3/hora
Koering 1066 = 131 m^3/hora
Draga = 50 m^3/hora

149-XLIX

Costos

Retroexcavadora 4 yd³ $\frac{1,074.64}{131} = \$8.21/m^3$

Retroexcavadora 1 1/2 yd³ $\frac{538.72}{84.6} = \$6.36/m^3$

Draga 3 yd³ $\frac{915.64}{50} = \$18.31/m^3$

Como puede observarse el costo más bajo lo da la retroexcavadora.

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: Retroexcavadora
Modelo: Koering 1666
Datos Adic: 4 yd³

Hoja No:
Calculó: c c a
Revisó :
Fecha : 25 - VI - 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 4, 000.000
Equipo adicional -
Valor inicial (Va): 4,000.000
Valor rescate (Vr): 0 % =$
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
Motores diesel de 450 HP.
Factor operación:
Potencia operación: HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.02
Factor mantenimiento (Q): 1.00

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{4,000,000 - 0}{10,000} = \$ 400.00$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{4,000,000 + 0}{2 \times 2000} 0.1 = 100.00$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} s = \frac{4,000,000 + 0}{2 \times 2000} 0.05 = 50.00$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.02 \times 400 = 8.00$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1 \times 400 = 400.00$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 958.00

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: Retroexcavadora
Modelo: LS - 5000
Datos Adic: 1 1/2 yd³

Hoja No:
Calculó: c c h
Revisó :
Fecha : 25- VI- 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1, 929,000.00
Equipo adicional –

Valor inicial (Va): 1, 929,000.00
Valor rescate (Vr): 0 % =$ 0
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI-76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de HP.
Factor operación:
Potencia operación: HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 1

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación : $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1,929,000.00 - 0}{10.000} = \$ 192.90$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,i = \frac{1,929,000.00 + 0}{2 \times 2000}\,0.1 = 48.22$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,s = \frac{1,929,000 + 0}{2 \times 2000}\,0.05 = 24.11$

d) Almacenaje : $A = KD = 0.015 \times 192.90 = 2.89$

e) Mantenimiento : $M = QD = 1 \times 192.90 = 192.90$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 467.02

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc
Diesel : E = 0.20 × ____ HP. op. × $ 0.61 /lt. = $ 28.3
Gasolina: E = 0.24 × ____ HP. op. × $ ____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : ____ =

c) Lubricantes: L = a Pe
Capacidad carter: C = ____ litros
Cambios aceite : t = ____ horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ ____ HP. op. = 1.295 lt/hr.

L = 1.295 lt/hr × $ 14 /lt. = 18.14

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)
Vida económica: Hv = ____ horas
Ll = ____ / ____ horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 46.44

II. OPERACION.

Salario base : $ ____
Salario real – operador : ____
____ : ____
____ : ____
Sal/turno-prom: $ 468
Horas/turno-prom.: (H)
H = 8 horas × 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = $\frac{S}{H} = \frac{\$\ 468}{6.66}$ horas = $ 70.2

Suma Operación por Hora $ 70.2

COSTO DIRECTO HORA – MAQUINA (HMD) $ 1074.64

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: Dragа
Modelo: LS 408
Datos Adic: 3 yd³

Hoja No:
Calculó: c c h
Revisó :
Fecha : 25- VI - 76

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 3, 820,000
Equipo adicional -

Valor inicial (Va): 3, 820,000
Valor rescate (Vr): 0 % =$ 0
Tasa interés (i) : 10 %
Prima seguros (s): 5 %

Fecha cotización: 15-VI- 76
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
Motores Diesel de 230 HP.
Factor operación:
Potencia operación: HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.015
Factor mantenimiento (Q): 0.8

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ $= \frac{3,820,000 - 0}{10,000}$ $= \$ 382.00$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i$ $= \frac{3,820,000 + 0}{2 \times 2000} 0.1 = 95.5$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s$ $= \frac{3,820,000 + 0}{2 \times 2000} 0.05 = 47.75$

d) Almacenaje : $A = KD$ $= 0.015 \times 382 = 5.73$

e) Mantenimiento : $M = QD$ $= 0.8 \times 382 = 305.6$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 836.53

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc
Diesel : E = 0.20 x ____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 14.1
Gasolina: E = 0.24 x ____ HP. op. x $ ____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : ____ =

c) Lubricantes: L = a Pe
Capacidad carter: C = ____ litros
Cambios aceite : t = ____ horas

$a = C/t \div \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases}$ x ____ HP. op. = 0.95 lt/hr.

L = 0.95 lt/hr x $ 14 /lt. = 13.30

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas) / (vida económica)
Vida económica: Hv = ____ horas
Ll = ____ / horas = 0

Suma Consumos por Hora $ 27.4

II. OPERACION.

Salario base : $ ____
Salario real - operador : ____
____ : ____
____ : ____
Sal/turno-prom: $ 347.00
Horas/turno-prom.: (H)
H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

Operación = O = $\frac{S}{H} = \frac{\$\ 347}{6.66}$ horas $= \$ 52.1$

Suma Operación por Hora $ 52.1

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 538.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $ 0.61 /lt. = $ 16.99

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = _____ litros

Cambios aceite : t = _____ horas

$a = C/t \div \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times$ _____ HP. op. = 0 lt/hr.

L = 0.73 lt/hr x $ 14 /lt. = 10.22

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)

Vida económica: Hv = _____ horas

$Ll = \frac{\quad}{\text{horas}}$ = 0

Suma Consumos por Hora $ 27.21

III. OPERACION.

Salario base : $ _____

Salario real - operador : _____

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 347.00

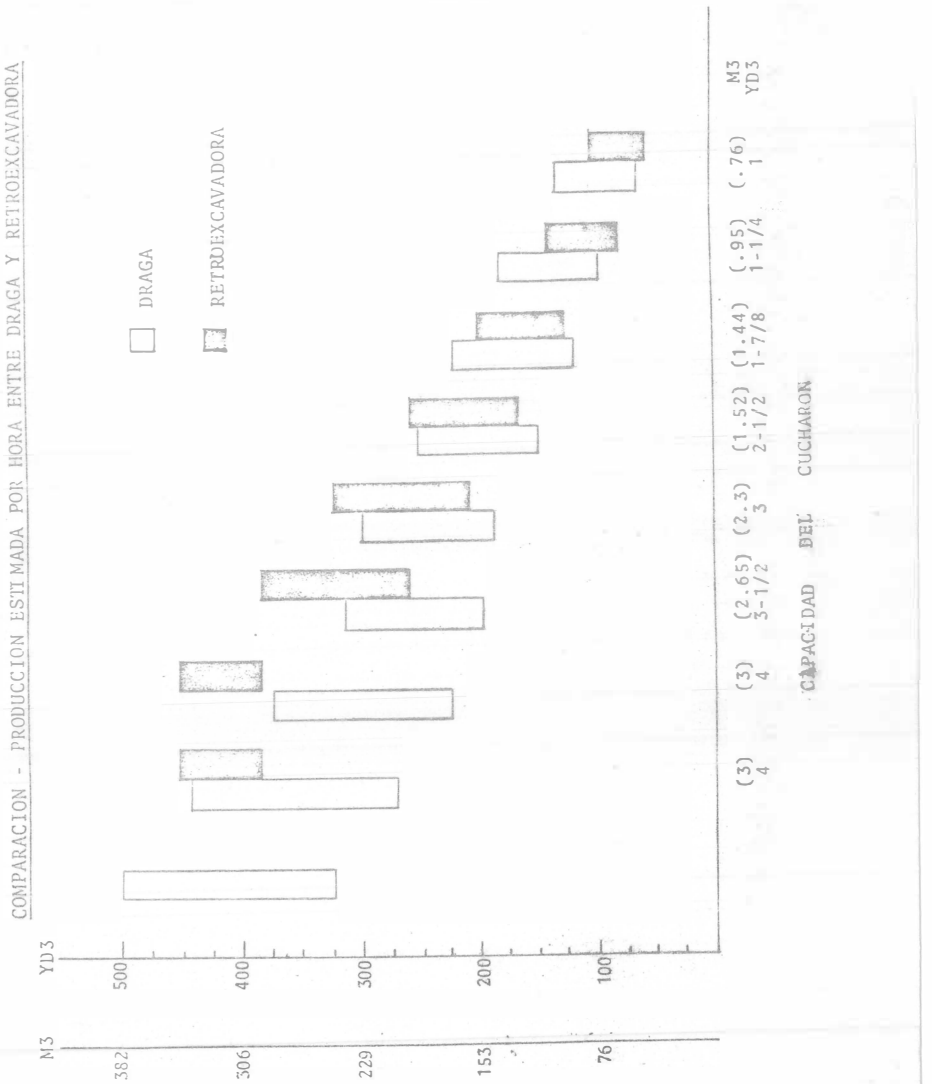
Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.83 (factor rendimiento) = 6.66 horas

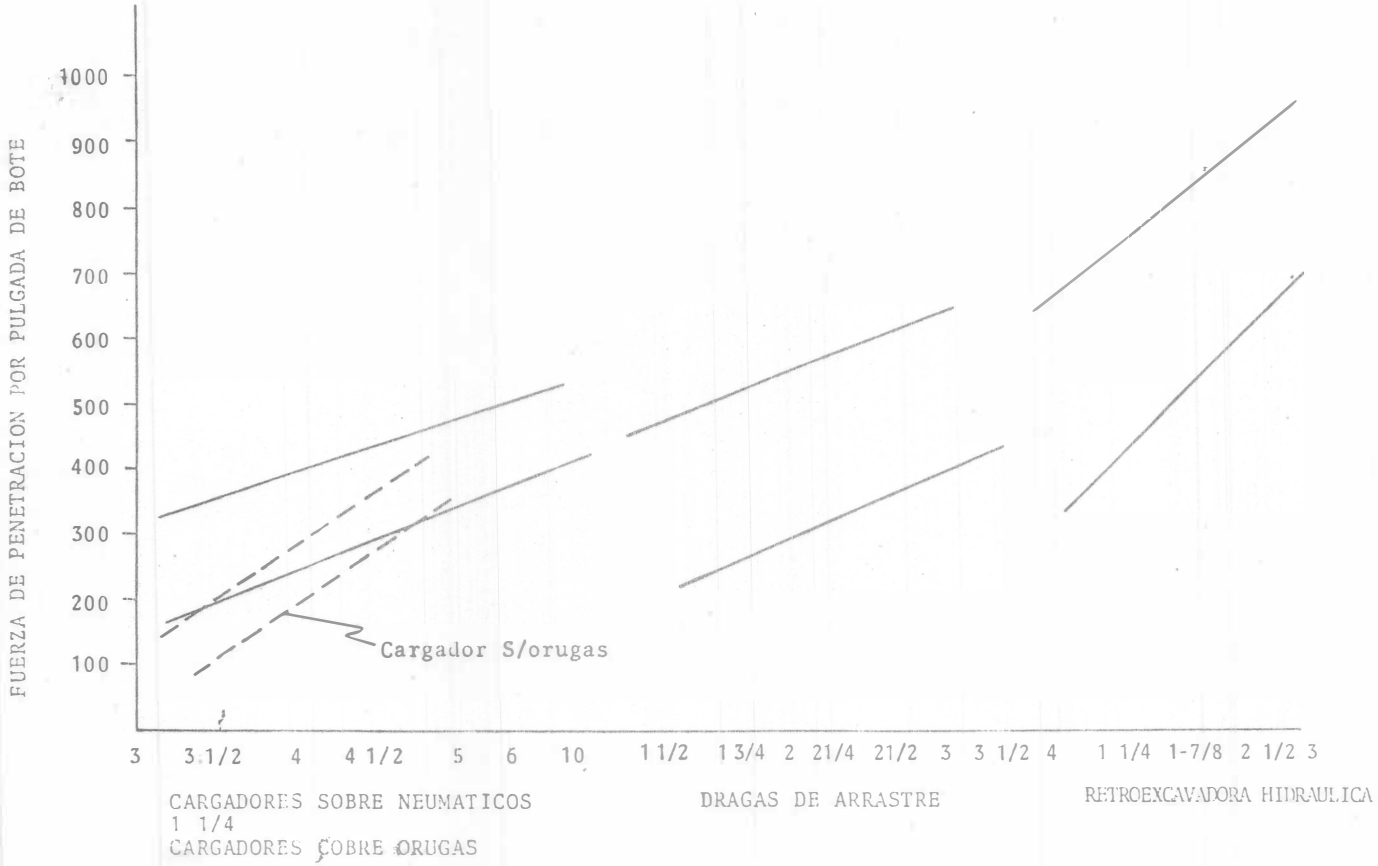
$Operación = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 347}{6.66\ \text{horas}}$ = $ 52.10

Suma Operación por Hora $ 52.10

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 915.84



FUERZAS DE PENETRACION EN EL LABIO DEL CUCHARON



DINAMITAS			AGENTES EXPLOSIVOS		
Gelatina Extra	40 % 60 % 75 %	1.57 1.44 1.39	"Mexamon"	SP SP-LD	0.81 0.70
Dinamita Extra	40 % 60 %	1.29	"Mexamon"	C C-LD	0.85 0.64
Dinamita Esp.	45 %	1.23			
Gelamex	No. 1 No. 2	1.28 1.16	Super "Mexamon"	D	0.65
Gelatina Alta Velocidad Geomex	60 %	1.47	NA-AC		0.80
Duramex	G	1.00			
Dinamex	A	1.23			
Toval		1.60			

NORMA | REV

HOJA DE

1.394' por ciclo entre 50' = 35.87 ciclos.

2.671 peso del material por Y3.

5.50 yardas el cucharón = 14690 lbs.

$\frac{50'}{1.394} \times \frac{2.671 \times 5.50}{2000} = 263$ tons.

263 tons hora x 8 hrs. = 2104 tons.

2104 tons. x .9078 tons. met. = 1910 tons.métricos.

INDICACIONES UTILES PARA CARGA Y ACARREO CON CARGADOR FRONTAL DE NEUMATICOS EN UNA PLANTA DE -- TRITURACION.

1) Localización de la planta:

Lo más cerca posible, generalmente a unos 45 m. del banco.

2) Los caminos deben estar bien conservados, tener pocas curvas. Sus pendientes máximas deben ser 10% y en rampas cortas 20%. de más de 5% reduzca la producción en 2%/1%

3) Llantas.

Estas representan el mayor renglón de costos, es necesario vigilarlas.

4) Cucharones y dientes.

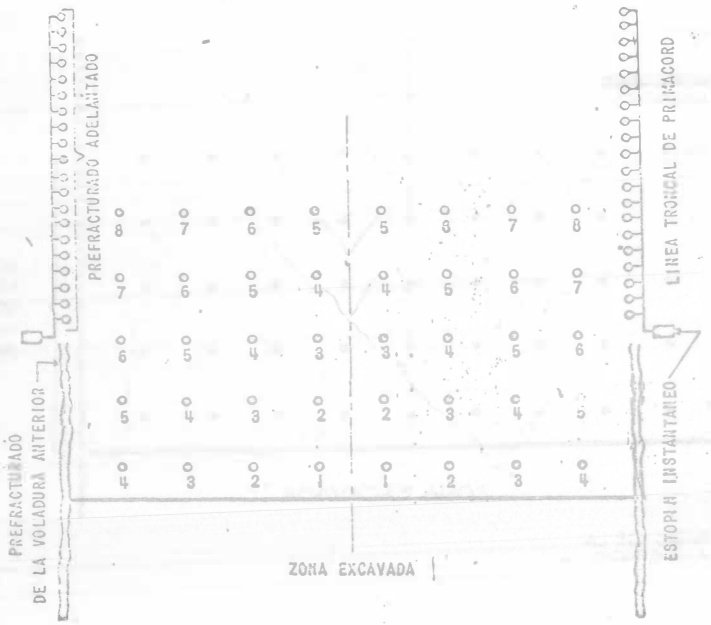
El cucharón debe ser considerado como artículo de desgaste. Salvo que el material sea poco común en peso, en contenido de finos, ó en características de carga el cucharón sugerido por el fabricante será la solución más adecuada.

Si no son necesarios los dientes en el cucharón para excavar, no los use puesto que el material tiende a escaparse entre los dientes estropeando el camino de acarreo.

CARGA Y ACARREO A DISTANCIAS LARGAS.

La carga de roca representa el mismo problema que en el caso anterior, y ya se vieron las ventajas del cargador frontal, el acarreo de roca solamente es económico en camiones especiales para ello, como son tipo Euclid.

FIGURA 14



PROCEDIMIENTO
DE EXPLOSIONES RETRASADAS DURANTE
LA VOLADURA PRINCIPAL EN EL PREFRACTURADO

cavación principal.

CARGA Y ACARREO.

A distancia corta para pedraplenes. Normalmente se usan tractores, pues sirven también para acomodar la roca. Esto ya se vió también en este curso.

A distancia corta para alimentar otra máquina (quebradora).

Se usó durante mucho tiempo pala y camiones. Con el perfeccionamiento de los cargadores frontales, especialmente los de neumáticos, estos han ido desplazando a las palas y camiones, haciendo ellos mismos las dos operaciones.

Los cargadores frontales también ya fueron vistos en este curso, sin embargo haremos un análisis de producción y veremos algunos puntos importantes relativos a un cargador frontal en una planta de tritura ción.

ESTUDIO DE PRODUCCION PARA CARGADOR FRONTAL Marca MICHIGAN, modelo 175-III, CON CUCHARON DE 5.5 Yds.3 A UNA DISTANCIA DE 550' CARGANDO ROCA CALIZA.

Cálculo del ciclo de carga y acarreo.

Carga y descarga (constante) .500'

Acarreo.

Cargado a 550' - a 9.95 MPH (velocidad 2a. y 3a.)

$\frac{550}{9.95 \times 88}$ .628'

Vacío a 550' - a 17.85MPH (velocidad 3a. y 4a.) .350'

Total del ciclo 1.394'

deseado, darán resultados negativos. Generalmente la máxima -- profundidad que puede utilizarse para barrenos de 2" a $3\frac{1}{2}$" de diámetro sin una desviación considerable en el alineamiento es de 50 piés.

Teóricamente, la longitud de una voladura para Prefracturar es - ilimitada. En la práctica, sin embargo, el disparar muy adelante de la excavación primaria puede traer problemas pues las carac-- terísticas de la roca pueden cambiar y la carga ser causa de un -- exceso de fractura en las zonas más débiles. Llevando el Prefracturado adelante únicamente a la mitad de la voladura principal si-- guiente (Ver Fig. 13) los conocimientos que se van obteniendo con las voladuras principales respecto a la roca, pueden aplicarse a los disparos de prefracturado subsecuentes. En otras palabras, las cargas pueden modificarse si es necesario y correr un menor - riesgo que si se dispara el total de la línea de excavación antes de avanzar con las voladuras principales.

El Prefracturado puede realizarse simultáneamente a la voladura principal retrasando sus barrenos con retardadores MS, de manera que los barrenos de Prefracturado estallen primero que los de la - voladura principal. (Ver Fig. 14).

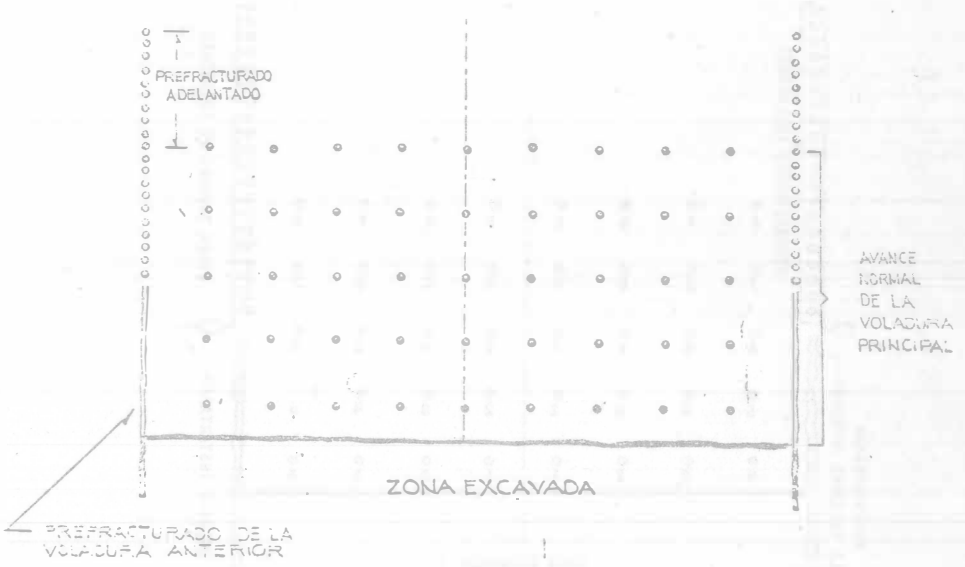
VENTAJAS.

El Prefracturado ofrece las siguientes ventajas:

Aumento en el espaciamiento de los barrenos-reducción de costos de barrenación.

No es necesario regresar a volar taludes ó paredes después de la ex-

Figura 13.



PROCEDIMIENTO RECOMENDADO PARA EL PREFRACTURADO

N O T A : PRINCIPIO DE PREFRACTURADO

Si los barrenos están sobrecargados, la zona de fractura se extenderá hacia los lados y aún más allá de la zona de tensión.

EXPLOTACION DE ROCA

ING. FEDERICO ALCARAZ L.

EXPLOTACION DE ROCA:

En la explotación de roca podremos encontrar los siguientes casos importantes:

- Roca graduada (en la que se piden requerimientos de tamaño).
  - Para trituración
  - Para enrocamientos etc.
- Roca sin graduar (cortes) (en la que no se piden requerimientos de tamaño)

PROCESOS PRINCIPALES.

- Extracción
  - con arado
  - con explosivos
- Carga
  - En distancias cortas para alimentar otra máquina (Quebradora).
  - En distancias largas para pedraplen.
- Acarreo
  - a corta distancia
    - Para alimentar otra máquina (Quebradora).
    - Para formar el pedraplén.
  - a distancia.

###

EXTRACCION.

La extracción consiste en separar un fragmento de roca de un banco ó corte, reducido al tamaño adecuado para el uso a que se destine.

Para trituración	El tamaño limitado por la abertura de la quebradora primaria.
Para enrocamientos.	El tamaño limitado por proyecto, especificaciones y por el equipo de cargas y acarreo.
Para corte y pedraplén.	El tamaño limitado por el equipo de carga y acarreo, ó por la capacidad de los tractores.

El proceso de extracción con arado ya fué visto anteriormente en este curso, nos limitaremos a la extracción con explosivos.

EXPLOSIVOS.

DEFINICION.

Por explosivos se entienden aquellas substancias de poca estabilidad química, que son capaces al incendiarse ó detonar de producir una gran cantidad de energía, la que producirá una explosión. Si esta está confinada se aprovecha para separar la roca del banco (tronada)

RESEÑA HISTORICA.

Desde la aparición del hombre en la tierra, hasta el siglo XIV, éste no conocía otra detonación que no fuera la del rayo y otros fenóme-

nos telúricos. Nunca pensaron nuestros antepasados que una subs-- tancia aparentemente inofensiva llegara a ocasionar explosiones tan destructoras como las que en la actualidad son capaces de destruír a la humanidad.

En Europa, entre los años 1200 y 1300, se conoció la pólvora negra, la más antigua de las substancias explosivas, que consistía en una - mezcla de salitre, carbón de leña y azufre. Probablemente su in-- ventor fué el monje Bertoldo Schwarz a quien también se le debe su aplicación en las armas de fuego.

La pólvora negra sólo se utilizó para fines bélicos en un principio, y no fué sino hasta el siglo XVII cuando se probó en Alemania e Inglate rra para demoler piedras. Cuando los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios, se abandonaron los viejos métodos mineros, - generalizándose el trabajo con barrenos en la construcción de túneles y caminos. La operación de dar fuego a los barrenos se consideró - siempre peligrosa, ya que hasta el año de 1831 se conoció la mecha lenta.

Cinco siglos después de descubierta la pólvora negra, el químico francés Berthollet (1788) la modificó, sustituyendo el salitre por clorato - potásico, transformándola, así, en un explosivo más potente. En ese mismo año Berthollet presentó la plata negra como una de las subs-- tancias más peligrosas. El alquimista inglés Howard (1799) obtuvó el fulminato de mercurio, el cual hace explosión por medio de llama ó de percusión, constituyendo un verdadero detonante.

###

Aunque los descubrimientos de la nitroglicerina y el algodón pólvora por los químicos Sobrero y Schonbein influyeron notablemente en el campo de los explosivos, el que abrió nuevos horizontes en esta In- dustria, fué el sabio sueco ALFREDO NOBEL (1833-1896) que logró hacer manejable la peligrosa nitroglicerina, transformándola en un - explosivo de trabajo, al que llamó DINAMITA, la cual no es otra cosa que el 75% de nitroglicerina absorvida en 25% de tierra de infusorios (una tierra de diatomeas muy porosa). A Nobel se le debe, también, la gelativa explosiva, así como la introducción del ya olvidado fulmi- nato de mercurio, que fabricó a manera de cebo para provocar con - seguridad la explosión de la dinamita, del algodón pólvora y de otros explosivos.

Los suecos Ahlsson y Norrbin obtuvieron los explosivos de nitrato de amónico, precursores de los explosivos de seguridad. Turpin dió a conocer el ácido pícrico. Esto, así como la salida al mercado de la pólvora sin humo, la laminar, etc., inició la erección de fábricas de pólvoras y explosivos en todo el mundo, dando así principio a una nue- va era en la que se ha tratado de sacar el mayor provecho a estas subs tancias. Empresas muy poderosas se han dedicado al estudio y los re- sultados obtenidos son los máximos adelantos en esta materia. Queda al constructor sacar el mayor partido de los explosivos industriales y así cooperar al constante adelanto de los procedimientos de construc-- ción, ya que estos son una expresión objetiva de la evolución constante de la humanidad.

###

PROPIEDADES.

a) Fuerza.

Por fuerza se entiende la energía ó potencia del explosivo; energía que a su vez determina el empuje ó fuerza que desarrolla y, por consiguiente, el trabajo que es capaz de hacer. Las dinamitas nitroglicerinas se clasifican según la proporción de nitroglicerina por peso que contienen. La dinamita nitroglicerina de 40% de fuerza, por ejemplo, contiene realmente 40% de nitroglicerina. La fuerza de acción de este tipo de explosivo se toma como base para la clasificación de todas las demás dinamitas. Así pues, la fuerza de cualquier otra dinamita, expresada en tanto por ciento, indica que esta revienta con tanta potencia como otra alaca equivalente de dinamita nitroglicerina en igualdad de peso.

Pocas son las personas entre las que usan dinamitas que entienden bien la energía relativa de las dinamitas de diferentes porcentajes de fuerza. Suele creerse que la energía verdadera desarrollada por estas distintas fuerzas guarda proporción directa con los porcentajes marcados. Se cree, por ejemplo, que la dinamita de 40% es dos veces más fuerte que la de 20%.

La inexactitud de esta creencia ha sido demostrada por cuidadosas pruebas de laboratorio, cuyos resultados se indican en la tabla siguiente que muestra el número de cartuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferente fuerza y de la misma densidad.

###

TABLA I

Un cartucho	60%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%
60%	1.00	1.12	1.20	1.28	1.38	1.50	1.63	1.80	2.08
50%	0.89	1.00	1.07	1.14	1.23	1.34	1.45	1.60	1.85
45%	0.83	0.93	1.00	1.07	1.15	1.25	1.36	1.50	1.73
40%	0.78	0.87	0.94	1.00	1.08	1.17	1.27	1.40	1.53
35%	0.72	0.81	0.87	0.93	1.00	1.09	1.18	1.30	1.50
30%	0.67	0.75	0.80	0.85	0.92	1.00	1.09	1.20	1.38
25%	0.61	0.69	0.74	0.78	0.85	0.92	1.00	1.10	1.27
20%	0.55	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	0.90	1.00	1.15
15%	0.48	0.54	0.58	0.61	0.76	0.72	0.78	0.86	1.00

Tabla que muestra el número de cartuchos de determinada fuerza necesaria para igualar un cartucho de diferentes fuerzas.

b) Velocidad.

Es la rapidez expresada en metros por segundo con que se propaga la onda de detonación a lo largo de una columna de explosivos.

Algunos explosivos violentos detonan mucho más rapidamente que otros. Cuando mayor es la rapidez de explosión mayor suele ser el efecto de quebramiento. Como este efecto depende también hasta cierto punto de la fuerza y de la densidad, deben tomarse en cuenta estas tres propiedades al escoger el explosivo adecuado para un fin determinado.

c) Resistencia al agua.

Los explosivos violentos difieren mucho entre sí por lo que toca a la resistencia al agua. En zonas secas esto no tiene mucho importancia, pero cuando existe mucha agua es preciso emplear un explosivo resistente al agua.

###

d) Densidad.

La densidad de una dinamita se expresa en forma del número de cartuchos de 1 ¼" x 8" (3.175 x 20.32cm.) que contiene una caja de 25... la diferencia de densidad tiene por objeto facilitar la tarea de con-- centrar ó distribuir las cargas de la manera deseada.

e) Inflamabilidad.

Se refiere a la facilidad con que arde un materia. En el caso de las dinamitas, varia desde alguna que se incendian con facilidad y se -- queman violentamente, a otras que no sufren combustión a no ser - que se les aplique directa y continuamente alguna flama exterior.

f) Emanaciones.

Los gases que se originan con la explosión de dinamita son principal mente bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua, los cuales no son tóxicos en el sentido general de la palabra. Además de éstos, se forman ó pueden formarse emanaciones venenosas como el monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. En la industria de explosivos estas emanaciones se conocen con el nombre de "gases". Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de dinamitas.

g) Selección.

Para seleccionar el explosivo adecuado se anexa la siguiente table - con propiedades y uso de los explosivos.

###

TABLA II

Selección y Propiedades de los Explosivos más comunes en construcción.

TIPO	AGENTE EXPLOSIVO	FUERZA	VELOCIDAD	RESISTENCIA AL AGUA	EMANACION	USO
Dinamita Nitroglicerina	Nitroglicerina	-	Alta	Buena	Exceso de gases	Trabajos a cielo abierto
Extra	Nitroglicerina y amoniaco	20 a 60%	Alta	Regular	Exceso de gases	Trabajos a cielo abierto
Granulada	Amoniaco	25 a 65%	Baja	Muy Mala	Exceso de gases	Trabajos a cielo abierto(canteras
Gelatina	Amoniaco	30 a 75%	Muy alta	Buena a excelente	Muy pocos gases a nulos	Sismología. Trabajos subterráneos y subterráneos.
Permitidos	?	-	Alta	Regular	Muy pocos gases	Trabajos mineros (carbón)
Baja densidad	Amoniaco	25%	Regular	Ninguna	Pocos gases	Trabajos mineros

ACCESORIOS PARA VOLADURAS.

Los accesorios para voladuras son los productos ó dispositivos empleados para ceber cargas explosivas, suministrar ó transmitir una llama que inicie una explosión, ó llevar una onda detonadora de un punto a otro ó de una carga explosiva a otra.

INICIADORES.

a) Mecha para minas.

La mecha para minas consiste en un núcleo de pólvora negra especial, envuelto con varias cubiertas de hilazas o cintas y sustancias impermeabilizantes. Su objeto de hacer estallar al fulminante, por lo tanto debe arder en una forma contínua y uniforme. La velocidad de ignición oscila entre 125 y 131 segundos por metro.

b) Ignitacord.

Es un artefacto para encender mecha. Tiene la apariencia de un cable de diámetro muy pequeño y arde progresivamente con una flama exterior corta y muy caliente que permite encender una serie de mechas en "rotación", con la ventaja de que el tiempo necesario para que una persona inicie el encendido de la serie, es el mismo que se necesitará para encender una sola mecha.

Se surte en tres velocidades de combustión: De 26 a 33 segundos por metro; de 52 a 65 segundos por metro y de 13 a 16 segundos por metro.

###

DETONADORES.

a) Fulminantes.

Los fulminantes son tubos ó casquillos cerrados en un extremo y que contienen una carga de explosivos de gran sensibilidad. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha para minas.

b) Estopines eléctricos.

Los estopines eléctricos, son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacerse detonar con corriente eléctrica. Con ellos pueden inciarse simultáneamente varias cargas de explosivos de gran potencia. Los estopines eléctricos tienen una carga básica de un explosivo de alta velocidad, una carga como cebo y una carga de ignición suelta ó de tipo píldora.

El dispositivo para la detonación con electricidad consiste en dos alambres con aislamiento de plástico, con un tapón de hule que mantiene los alambres en su lugar y un puente de alambre anticorrosivo de diámetro pequeño, que une las terminales de los alambres debajo del tapón. Cuando se aplica la corriente eléctrica el puente se pone incandescente y detona el estopín.

c) Estopines eléctricos tipo instantáneo.

Los estopines eléctricos instantáneos tienen casquillos de aluminio de 1 1/8" de largo; estos son los detonadores para usos comunes. Un alambre lleva aislamiento color rojo y el otro amarillo, estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.

d) Estopines eléctricos de tiempo.

Los estopines eléctricos de tiempo son semejantes a los estopines - eléctricos instantáneos, con la diferencia que llevan un elemento de retardo colocado entre el puente de alambre y las cargas de detonación.

Existen dos tipos diferentes de estopines eléctricos de tiempo, los - regulares Mark V y los estopines eléctricos de tiempo "MS". La diferencia estriba, particularmente en la duración del intervalo de retardo entre períodos consecutivos de la serie.

e) Estopines eléctricos de tiempo regulares Mark V.

La nueva serie de estopines eléctricos de tiempo regulares, ha sido fabricada para disparar con un intervalo definido entre el estopín -- más lento de cualquier período y el más rápido del siguiente período. Estas nuevas series aseguran un intervalo positivo de tiempo - entre períodos y a través de toda la serie de tiempos. Comprenden 10 períodos de retardo, los tiempos de detonación de los estopines - Mark V después de aplicar la corriente, para el primer período es de 25 MS y para el décimo período 9.6 segundos.

f) Estopines eléctricos de tiempo "MS".

Los estopines eléctricos de tiempo con retardo de milésimos de segundo difieren de los estopines de tiempo ordinario en que los intervalos de retardo son muy cortos. Su elemento de retardo es diferente al de los estopines de tiempo ordinarios. Se surten en 10 períodos

###

cuyos números indican el tiempo que tarda el disparo en producirse, en milésimos de segundo a saber: MS - 25, MS - 50, MS - 100, -- MS - 150, MS - 200, MS - 300, MS - 400, MS - 600, MS - 800, MS - 1000.

MECHAS DETONANTES.

a) Primacord.

Este producto es un cordón detonante que contiene un núcleo de te-- tranitrato de pentaeritritol (Niperita) dentro de una envoltura impermeable reforzada con cubiertas que la protegen. Tiene una velocidad de detonación muy alta de 6,400 metros por segundo. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar los explosivos violentos continuos dentro de un barreno, de modo que si se conecta al primer cartucho que se coloque en el barreno, actúa como un agente iniciador a todo lo largo de la carga explosiva.

El "primacord" se usa principalmente para disparos múltiples de barrenos grandes en la superficie ya sean verticales y horizontales. Es ilimitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma.

PINZAS CORRUGADORAS DE FULMINANTES.

Hay dos tipos de pinzas: Las de mano y las máquinas corrugadoras. Las pinzas de mano dan un servicios satisfactorio en las operaciones donde el número de fulminantes que va a fijarse a los tramos de mecha es relativamente pequeño. En cambio la máquina se recomienda para operaciones donde diariamente se fija una gran cantidad de fulminantes y donde hay puestos centrales para hacer ese trabajo de fi-

jación.

MAQUINAS EXPLOSORAS.

Estas máquinas suministran la corriente necesaria para disparos -- eléctricos. Hay dos tipos de Máquinas Explosoras. El tipo "Descarga de Condensador" y el tipo "Generador".

DESCARGA DE CONDENSADOR.

Utiliza pilas secas para la carga de un banco de condensadores que - ya así pueden proporcionar una corriente directa y de corta duración a los dispositivos de disparo eléctrico. Están provistas de cajas metálicas resistentes al agua. Se caracterizan por:

1. - Una capacidad extremadamente alta, en comparación con su peso y tamaño.
2. - La ausencia de partes dotadas de movimiento.
3. - La eliminación del factor humano que interviene en las máquinas de tipo mecánico.
4. - Una luz piloto, y
5. - Un sistema de alambres e interruptores que reúne importantes características de seguridad.

GENERADOR.

Su principio se basa en un generador modificado que proporciona una corriente directa pulsativa. Estás máquinas son de tipo llamado "de vuelta" ó también "Cremallera". Están diseñadas de tal manera que no fluye de ellas corriente alguna hasta que se dé todo el movimiento

###

necesario a la manivela de Vuelta ó de Cremallera; es entonces cuando la corriente va a dar a las líneas de disparo en casi todo su amperaje y voltaje.

INSTRUMENTOS DE PRUEBA.

a) Galvanómetro para voladuras.

Este instrumento tiene una pila especial de cloruro de plata que proporciona la corriente necesaria para mover una manecilla en una escala graduada. La pila y las partes mecánicas están encerradas en - una caja de pasta la cual está provista de dos bornes de contacto. Sirve para probar los estopines eléctricos individuales y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado ó no y si está en condiciones para el disparo; además sirve para localizar los alambres rotos, las conexiones defectuosas y los cortos circuitos, así como para medir la resistencia aproximada de un circuito.

b) Voltiohmetro para voladuras.

Este instrumento es una combinación del vollímetro y del óhmetro, que sirve para descubrir la presencia de corrientes extrañas, para - la lectura de voltaje de las líneas y para medir la resistencia de los circuitos de voladura.

c) Reostato.

Este instrumento se usa para probar la eficiencia de las máquinas explosoras de cremallera.

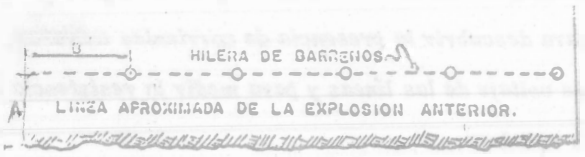
###

VOLADURAS.

Para una buena voladura no basta seleccionar correctamente el explosivo, ya que es necesario conocer también el método de aplicación más indicado para cada clase de trabajo, obteniéndose con ello una máxima eficiencia, la cual se traduce en menor costo de la obra. Usualmente los resultados óptimos en voladuras se adquieren a través de la experiencia.

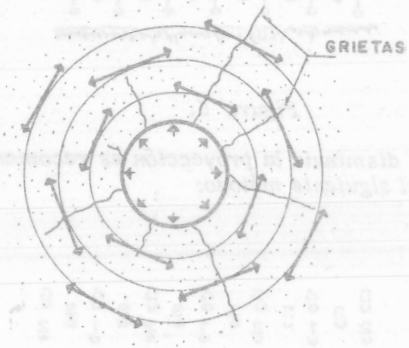
Un corte puede atacarse tronando parte de él, como si se tratara de una cantera de frente angosto, disparando varias hileras de barrenos al mismo tiempo (Fig. 1). Para este caso la profundidad P debe exceder, aproximadamente, 30 centímetros, y tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Si $P < 3.00$ *metros*
Entonces $A < P$
$B > P$
$B > 3.00$ *metros.*





LAS PAREDES DE UN TUBO DE ACERO SOMETIDO A PRESION INTERNA, ESTAN SOMETIDAS A TENSION



LA ROCA ALREDEDOR DE UN BARRENO CON GASES A PRESION (DEL EXPLOSIVO) ESTA SOMETIDA A TENSION . SI LA PRESION ES SUFICIENTEMENTE GRANDE TAMBIEN LO SERA LA TENSION Y HABRA GRIETAS.

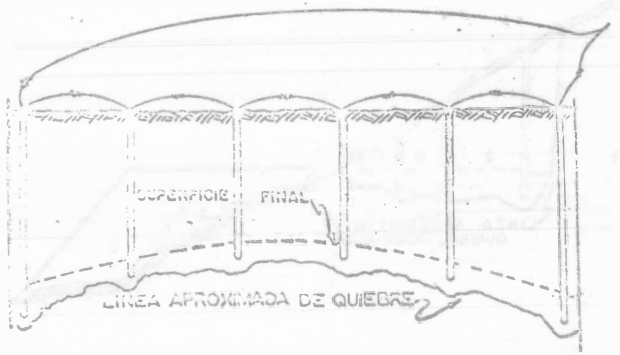


Figura 1

Para barrenación corta es recomendable los barrenos de $1\frac{1}{2}$" (3.81 - cm) de diámetro en donde el pueble no debe pasar de la mitad del barreno. El consumo de dinamita gelatina 40% en este tipo de barrenación es de 0.5 a 0.6 Kg/m3 de roca.

En la construcción de terracerías en laderas deberá utilizarse los - escombros ó rezagas del corte para completar la cama deseada, como se indica en la Fig. 2. Tanto en este caso como en los otros es recomendable efectuar una sola tronada del corte utilizando el sistema Mark V ó de los milisegundos, pues con él se obtiene una mejor fragmentación.

###

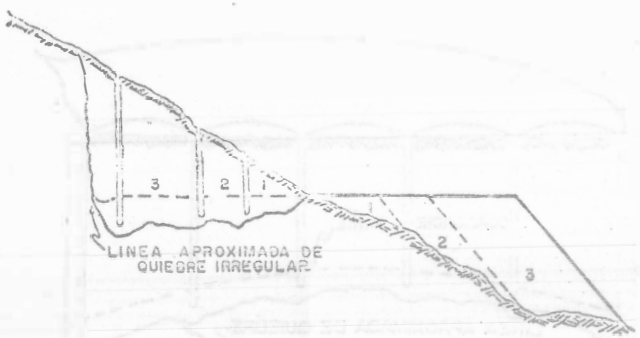


Figura 2.

control de proyección, menor vibración y, con ello, mayor seguri dad. Los resultados con el sistema Mark V son sorprendentes; con la práctica puede dominarse una voladura. Los siguientes ejemplos ilustran lo anterior.

Método para reducir la vibración:



Figura 3.

###

Método para evitar la proyección excesiva:

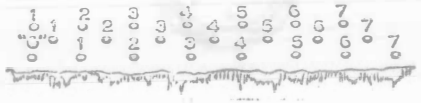


Figura 4.

Método para dar mayor fragmentación, pero con máxima proyección.

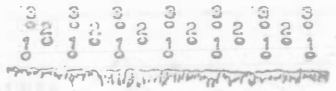


Figura 5.

Para disminuir la proyección es recomendable el siguiente método:

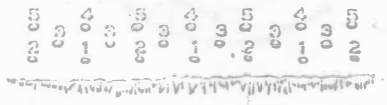


Figura 6.

En la explotación de canteras, cuando los frentes no son muy altos (menores de 10 metros), se utilizan los métodos de las figuras 3, 4, 5 y 6 antes expuesto.

Para bancos comprendidos entre 8 y 15 metros de altura es reco--

mendable disparar de 2 a 5 hileras de pozos simultáneamente con el objeto de desprender suficiente material y aumentar la fragmentación.

> Es importante hacer notar que todas las cifras anotadas son aproximadas y se -- intentan solamente como una guía general, y como una base para comenzar a hacer pruebas en cada caso especial.

CONSUMO DE EXPLOSIVOS.

Este debe determinarse en cada caso por medio de pruebas.

Para facilitar las pruebas se parte de las siguientes reglas:

1) La carga por metro cúbico de roca fragmentada, será la misma, independientemente del tamaño de la prueba.
2) La carga específica necesaria para una voladura es alrededor de 0.4 kg/m3.
3) La carga del fondo del barreno debe ser 2.7 veces mayor que la carga de la columna

###

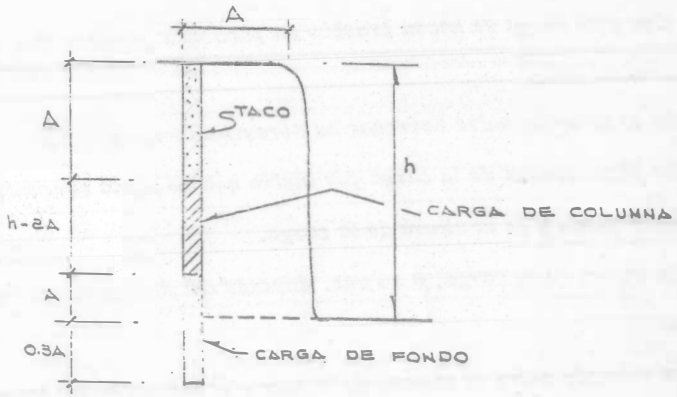


Figura 7.

y se distribuirá de acuerdo con la figura 7.

4) Un buen procedimiento para hacer pruebas consistente en volar -- barrenos de 0.50 m. de profundidad y 0.50 m. de pata. Se repite varias veces el procedimiento, aumentando la carga hasta que sea suficientemente grande para fracturar la pata.

Si el centro de gravedad de la roca es lanzado hacia el frente de - 0 a 1m. se dice que la carga es la correcta. Lanzamientos mayores de la roca, a 2, 4, 6 y 8ms, indican excesos de carga de 10, - 20, 30 y 40% respectivamente.

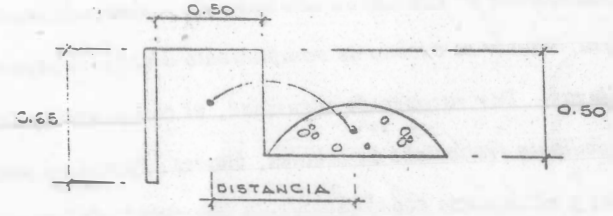


Figura 8.

Con esta carga se hacen pruebas un poco más grandes (5m. de profundidad),

5) La separación entre barrenos es aproximadamente 1.3 A.

6) La pata depende de la carga por metro que se pueda concentrar - en el fondo y de la altura de la carga.

La altura de la carga, a su vez, depende del diámetro del barreno.

7) La relación entre el tamaño de la pata y el diámetro del barreno (d), está dada por:

$$A = 40\ d.$$

8) La relación del diámetro a la altura del banco es de 0.005 a 0.0125.

9) Para voladuras de filas múltiples, conviene reducir la distancia entre barrenos, después del frontal según:

$$A_1 = A - 0.05\ h.$$

10) El consumo específico para barrenos múltiples es 20% menos que el de un solo barreno.

11) El peso volumétrico de la dinamita extra 40% ó gelatina 60% es de 1.0 a 1.4 kg/dm3.

VOLADURAS CONTROLADAS.

Los consumidores de explosivos han buscado y ensayado muchas maneras para reducir el exceso de rompimiento ó sobreexcavación de -- las voladuras. Por razones de seguridad, el rompimiento excesivo - es inconveniente tratándose de taludes, bancos, frentes ó pendientes inestables y es también económicamente inconveniente cuando la ex-

cavación excede la "línea de pago" (implica concreto extra y los taludes fracturados requieren un mantenimiento costoso).

En voladuras controladas se utilizan varios métodos para reducir el exceso de rompimiento; sin embargo, todas tienen un objetivo común; Disminuir y distribuir mejor las cargas explosivas para reducir al mínimo los esfuerzos y la fractura de la roca más allá de la línea misma de excavación.

Por muchos años la barrenación en Línea fué el único procedimiento utilizado para controlar el rompimiento excesivo. La Barrena-- ción en Línea ó de límite simplemente consiste de una serie de barrenos en línea, vacíos, a corta distancia unos de otros y a lo largo de la línea misma de excavación, proporcionando así un plano de debilidad que la voladura puede romper con facilidad.

Estos procedimientos difieren del principio de la Barrenación en -- Línea, asencialmente, en que algunos ó todos los barrenos se disparan con cargas explosivas relativamente pequeñas y debidamente distribuidas. La detonación de estas pequeñas cargas tiende a fracturar la roca entre los barrenos y permite mayores espaciamientos - que en el caso de la Barrenación en Línea. Por lo tanto, los costos de barrenación se reducen y en muchos casos se logra un mejor control del exceso de rompimiento.

BARRENACION EN LINEA, DE LIMITE O DE COSTURA.

Principio.

La Voladura con Barrenación en Línea involucra una sola hilera de

barrenos de diámetro pequeño, poco espaciados, sin cargar y a lo largo de la línea misma de excavación. Esto proporciona un plano de menor resistencia, que la voladura primaria pueda romper con mayor facilidad. También origina que parte de las ondas de cho-- que creadas por la voladura sean reflejadas, lo que reduce la tritu ración y las tensiones en la pared terminada.

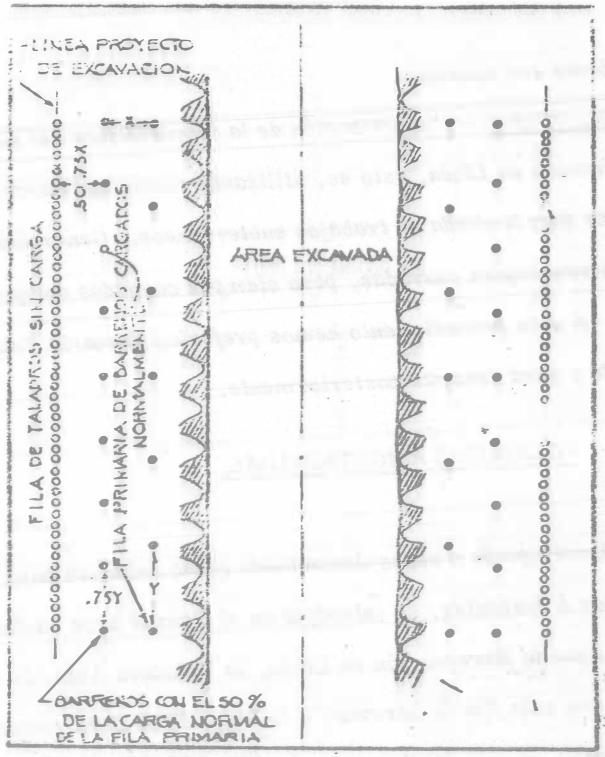
Aplicación.

Las perforaciones de la Barrenación en Línea generalmente son de 2" a 3" de diámetro y se separan de 2 ó 4 veces de su diámetro a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos mayores de 3" se usan poco con este sistema pues los altos costos de barrenación no pue-- den compensarse suficientemente con mayores espaciamientos.

La profundidad de los barrenos depende de su buena alineación. Para obtener buenos resultados, los barrenos deben quedar en el mismo plano. Cualquier desviación en ellos, al tratar de barrenar -- más profundamente, tendrá un efecto desfavorable en los resultados. Para barrenos de 2" a 3" de diámetro las profundidades mayores a 9 metros son raramente satisfactorias.

a continuación la figura No. 8A

###



Plantilla Típica del Procedimiento de Barrenación en línea.

Figura 8 A

Los barrenos de la voladura directamente adyacentes a los de la -- Barrenación en Línea, se cargan generalmente con menos explosivos y también a menor espaciamiento que los otros barrenos. La - distancia entre las perforaciones de la Barrenación en Línea y los más próximos, cargados, es usualmente del 50 al 75% de la pata -- usual.

Los mejores resultados con la Barrenación en Línea se obtienen en formaciones homogéneas en donde los planos de estratificación, jun-

tas y hendeduras son mínimas.

Trabajos subterráneos. - La aplicación de la teoría básica del sistema de Barrenado en Línea, esto es, utilizando solamente barrenos vacíos, es muy limitada en trabajos subterráneos. Generalmente se usan barrenaciones cerradas, pero siempre cargadas aunque ligeramente. A este procedimiento hemos preferido llamarle Voladura Perfilada y será descrita posteriormente.

VOLADURAS AMORTIGUADAS.

PRINCIPIO

La Voladura Amortiguada a veces denominada como voladura para - recortar, lajear ó desbastar, se introdujo en el Canadá hace varios años. Al igual que la Barrenación en Línea, la Voladura Amorti--- guada implica una sola fila de barrenos a lo largo de la línea proyecto de excavación.

Las cargas para las voladuras amortiguadas deben ser pequeñas, -- bien distribuidas, perfectamente retacadas y se harán explotar después de que la excavación principal ha sido despejada. Al ser volada la pata, el taco amortigua la vibración dirigida hacia la pared terminada, reduciendo así al mínimo la fractura y las tensiones en esta pared. Disparando los barrenos de amortiguamiento a pequeños intervalos, la detonación tiende a cortar la roca entre ellos dejando una superficie uniforme y con un mínimo de sobreexcavación.

Obviamente, a mayor diámetro de barreno, se obtiene mayor amortiguamiento.

TABLA III

CARGAS Y PLANTILLAS PROPUESTAS PARA VOLADURAS AMORTIGUADAS.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA EN LIBRAS/PIE (1)
2 - 2 1/2	3	4	0.08 - 0.25
3 - 3 1/2	4	5	0.13 - 0.50
4 - 4 1/2	5	6	0.75 - 0.75
5 - 5 1/2	6	7	0.75 - 1.00
6 - 6 1/2	7	9	1.00 - 1.69

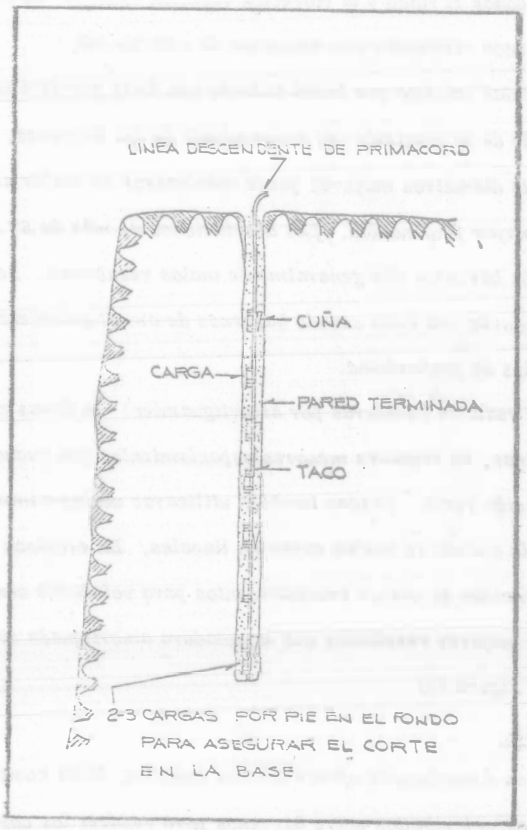
(1). - Dependen de la naturaleza de la roca. Las cifras anotadas son promedios.

(2). - El diámetro del cartucho deberá ser igual ó menor que la mitad del diámetro del barreno.

Trabajos a cielo abierto. - *El banco ó perma y el espaciamiento -- variarán de acuerdo con el diámetro de los barrenos que se hagan. - La Tabla III muestra una guía de patrones y cargas para diferentes diámetros de barrenos. Nótese que los números mostrados cubren un campo promedio debido a las variaciones que resultan del tipo - de formación por volarse. Con este procedimiento los barrenos se cargan con cartuchos enteros ó fraccionados atados a líneas de Primacord a manera de rosario, usándose generalmente cartuchos de - 1 ½" de diámetro por 8" de largo y colocándose a 1 ó 2 pies de separación.*

Para efectos de un amortiguamiento máximo las cargas deben colo-- carse dentro del barreno tan próximas como sea posible a la pared correspondiente al lado de la excavación. (Ver figura 9).

Figura 9



COLOCACION DE LAS CARGAS DE EXPLOSIVO PARA VOLADURAS AMORTIGUADAS.

El retardo mínimo entre la explosión de los barrenos amortiguadores proporciona la mejor acción de corte entre barreno y barreno; por lo tanto, normalmente se emplean líneas troncales de Prima-- cord. En donde el ruido y la vibración resulten críticos, se pueden obtener buenos resultados con estopines de retardo MS.

La profundidad máxima que puede volarse con éxito por este método, depende de la precisión del alineamiento de los barrenos. Con barrenos de diámetros mayores puede mantenerse un mejor alineamiento a mayor profundidad. Las desviaciones de más de 6" del -- plano de los barrenos dan generalmente malos resultados. Se han hecho voladuras con éxito usando barrenos de amortiguamiento hasta de 90 pies de profundidad.

Cuando se realizan voladuras por amortiguamien en áreas curvas ó en esquinas, se requiere menores espaciamientos que cuando vuela una sección recta. Pueden también utilizarse ventajosamente taladros-guía cuando se vuelan caras no lineales. En esquinas a 90°, una combinación de varios procedimientos para voladuras controladas, dará mejores resultados que la voladura amortiguada simple- (Veáse la Figura 10)

VENTAJAS.

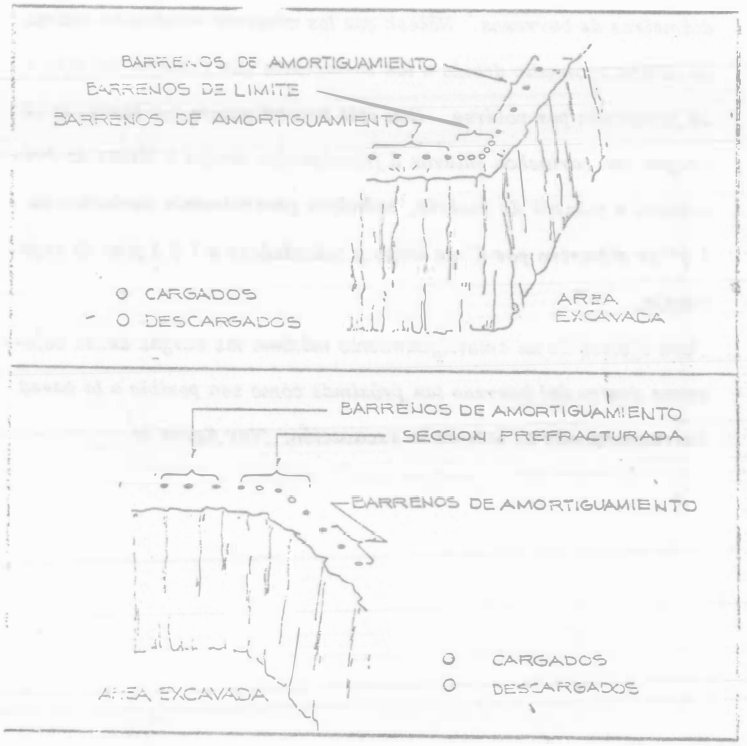
La voladura Amortiguada ofrece ciertas ventajas, tales como:

Mayores espaciamientos entre barrenos para reducir los costos de perforación.

Mejores resultados en formaciones no consolidadas.

###

Figura 10.



VOLADURAS AMORTIGUADAS EN FRENTES, EN ESQUINA O EN RINCON.

El mejor alineamiento obtenido con barrenos de gran diámetro permite perforar barrenos más profundos.

VOLADURAS PERFILADAS O DE AFINE.

PRINCIPIO.

Puesto que el uso de este método en trabajos a descubierto es prácticamente idéntico a los de la Voladura Amortiguada, se tratará sobre su aplicación solamente en trabajos subterráneos.

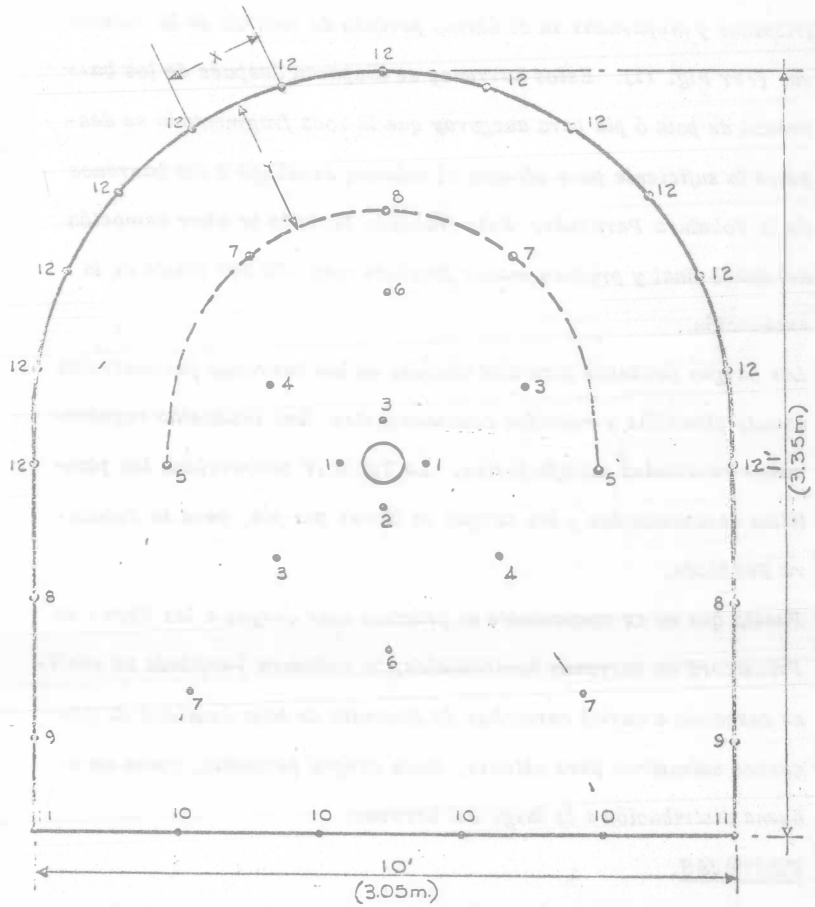
El principio básico de la Voladura de Afine es el mismo que el de la Voladura Amortiguada: Se hacen barrenos a lo largo de los límites de la excavación y se cargan con poco explosivo para eliminar el banco final. Disparando con un mínimo de retardo entre los barrenos, obtiene un efecto cortante que proporciona paredes lisas con un mínimo de sobreexcavación.

APLICACION.

Trabajos subterráneos.- En frentes subterráneos, en donde la roca del techo y de los contrafuertes se derrumba y desmorona por la falta de consolidación del material, el exceso de rompimiento es común debido a la acción triturante de las voladuras.

Empleando el método de la Voladura Perfilada ó de Afine con cargas ligeras y bien distribuidas en los barrenos perimetrales, se requieren menos soportes y resulta una menor sobre-excavación. Aún en formaciones homogéneas más duras, este método proporciona techos y paredes más lisos y más firmes.

Figura 11.



PLANTILLA TIPICA PARA EXPLOSIONES RETARDADAS EN GALERIAS DE AVANCE

La voladura perfilada en trabajos subterráneos utiliza barrenos perimetrales en una relación de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ a 1, entre el ancho de la berma y el espaciamiento usando cargas ligeras, bien distribuidas y disparadas en el último período de retardo de la voladura. (Ver Fig. 11). Estos barrenos se disparan después de los barrenos de pata ó pié para asegurar que la roca fragmentada se desplace lo suficiente para ofrecer el máximo desahogo a los barrenos de la Voladura Perfilada. Este franqueo permite la libre remoción del banco final y produce menos fractura más allá del límite de la excavación.

Las cargas pequeñas bien distribuídas en los barrenos perimetrales usando plantillas y retardos convencionales, han producido regularmente resultados satisfactorios. La Tabla IV proporciona las plantillas recomendadas y las cargas en libras por pié, para la Voladura Perfilada.

Puesto que no es conveniente ni práctico atar cargas a las líneas de Primacord en barrenos horizontales, la Voladura Perfilada se realiza cargando a carril cartuchos de dinamita de baja densidad de pequeños diámetros para obtener, tanto cargas pequeñas, como su buena distribución a lo largo del barreno.

VENTAJAS.

La voladura Perfilada ó de Afine ofrece dos ventajas principales:

Reduce el rompimiento excesivo que produce los métodos convencionales.

Requiere menos ademe.

TABLA IV.

VOLADURA PERFILADA.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.	ESPACIAMIENTO EN (1) PIES	BERMA EN PIES (1)	CARGA EXPLOSIVA LIBRAS/PIE (1)
$1\frac{1}{2}$ - 1 3/4	2	3	0.12 - 0.25
2	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	0.12 - 0.25

(1). - Dependen de la naturaleza de la roca.

Las cifras anotadas son - promedios.

PREFRACTURADO

PRINCIPIO.

El Prefracturado, también llamado Precortado ó Pre-ranurado comprende una fila de barrenos a lo largo de la línea de excavación. Los barrenos son generalmente del mismo diámetro (2" - 4") y en la mayoría de los casos, todos cargados. El Prefracturado difiere de la Barrenación en Línea, de la Voladura Amortiguada y de la Voladura -- Perfilada, en que sus barrenos se disparan antes que cualquier ba-- rreno de los de alguna sección de la excavación principal inmediata.

La teoría del prefracturado consisten en que cuando dos cargas se -- disparan simultáneamente en barrenos adyacentes, la suma de esfuerzos de tensión procedentes de los barrenos rompe la pared de roca intermedia y origina grietas entre los barrenos. (Ver Fig. 12.). Con cargas y espaciamientos adecuados, la zona fracturada entre los barrenos se constituirá en una agosta franja que la voladura principal puede romper con facilidad. El resultado es una pared lisa casi no produce sobreexcavación.

El plano prefacturado refleja parte de las ondas de choque procedentes de las voladuras principales inmediatamente posteriores impi-- diendo que sean transmitidas a la pared terminadas, reduciendo al mínimo la fracturación y la sobreexcavación. Esta reflexión de las ondas de choque de las voladuras principales también tiende a reducir la vibración.

CONDICION 1

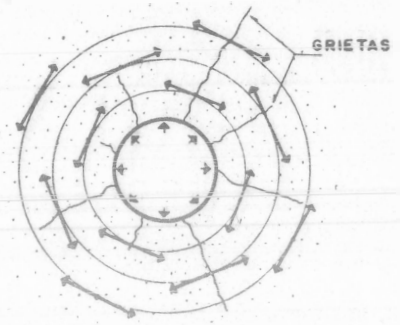
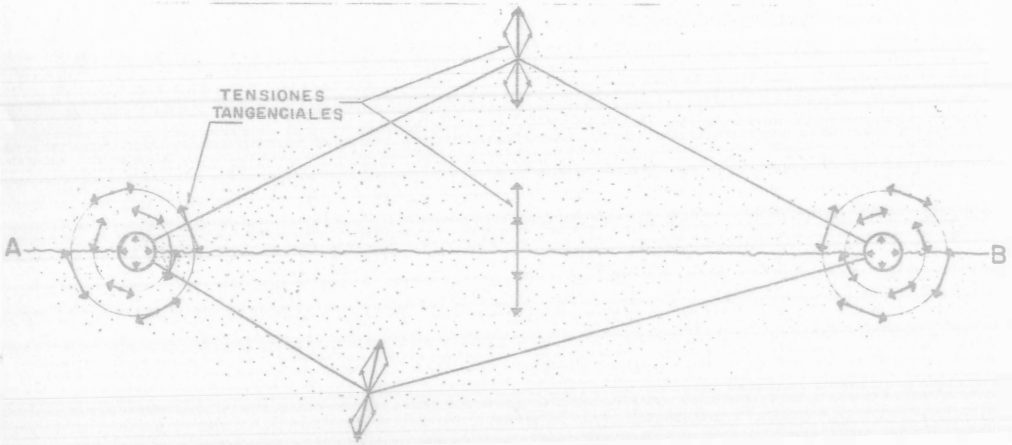


Fig. 12

LA ROCA, ALREDEDOR DE UN BARRENO CON GASES A-PRESION (DEL EXPLOSIVO) ESTA SOMETIDA A TENSION

SI PENSAMOS EN UNA ROCA DE EXTENSION INFINITA:



DOS BARRENOS, COMO EL DE LA CONDICION 1, TRONADOS SIMULTANEAMENTE, SUMARAN LAS TENSIONES A - LA ROCA, ESPECIALMENTE EN EL PLANO QUE LOS UNE (A-B) YA QUE, ADEMAS DE SER EL PLANO DE MENOR RESISTENCIA, ES EL LUGAR GEOMETRICO DE LA MAXIMA SUMA DE LAS TENSIONES.

APLICACION.

Trabajos a cielo abierto.- Los barrenos para prefracturar se car-- gan de manera similar a los barrenos para voladuras amortiguadas, esto es, se forman cargas "en rosario" de cartuchos enteros ó partes de cartucho, de 1" ó 1 ½" de diámetro, por 8" de largo, espaciados a 1 a 2 piés centro a centro.

Como en las Voladuras Amortiguadas, los barrenos se disparan generalmente en forma simultánea, usando una línea troncal de Primacord. Si se disparan líneas demasiado largas se pueden retardar - algunos tramos con estopines MS a Conectores Primacord MS.

En roca sin consolidación alguna, los resultados se mejorarán utilizando barrenos-guía ó de alivio (sin carga), entre los barrenos -- cargados, provocando así el corte a lo largo del plano deseado. Aún en formaciones más consistentes, los barrenos-guía colocados entre los cargados, dan mejor resultado que aumentando la carga explosiva por barreno.

Los espaciamientos promedio y las cargas por pié de barreno se dán en la Tabla V. Estas cargas anotadas son para las condiciones de rocas normales y pueden obtenerse utilizando cartuchos de dinamita -- convencionales, fraccionados ó enteros, espaciados y ligados a líneas de Primacord, ("rosario").

La profundidad que puede prefracturarse de una sola vez, nuevamente depende de la habilidad para mantener un buen alineamiento de los barrenos. Las desviaciones mayores a 6" del plano de corte ----

TABLA V

CARGAS Y ESPACIAMIENTOS PROPUESTOS PARA EL PREFRACTURADO.

DIAMETRO DEL BARRENO EN PULGADAS.	CARGA EXPLOSIVA EN LBS./PIE(1),(2)	ESPACIAMIENTO EN PIES (1)
$1\frac{1}{2}$ - 1 3/4	0.08 - 0.25	1 - $\frac{1}{2}$
2 - $2\frac{1}{2}$	0.08 - 0.25	$1\frac{1}{2}$ - 2
3 - $3\frac{1}{2}$	0.13 - 0.50	$1\frac{1}{2}$ - 3
4	0.25 - 0.75	2 - 4

(1) .- Dependen de la naturaleza de la roca.

(2) .- El diámetro del cartucho debe ser igual ó menor que la mitad del diámetro del barreno.

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"EQUIPO DE COMPACTACION"

ING. CONRADO LUER DORANTES

DIAMETRO		VOLUMEN	KILOS POR METRO LINEAL DE COLUMNA PARA UNA DENSIDAD DADA														
PULGADAS	CMS.	CMS/M.L.	.50 Grs. por cm.3	.65 Grs. por cm.3	.70 Grs. por cm.3	.80 Grs. por cm.3	.85 Grs. por cm.3	1.00 Grs. por cm.3	1.16 Grs. por cm.3	1.23 Grs. por cm.3	1.28 Grs. por cm.3	1.29 Grs. por cm.3	1.39 Grs. por cm.3	1.44 Grs. por cm.3	1.47 Grs. por cm.3	1.57 Grs. por cm.3	1.60 Grs. por cm.3
7/8	2.22	387.08	.194	.252	.271	.310	.325	.387	.449	.476	.495	.499	.538	.557	.569	.608	.619
1	2.54	506.71	.253	.329	.355	.405	.431	.507	.588	.623	.649	.654	.704	.730	.745	.796	.811
1 1/4	3.18	794.23	.397	.516	.556	.635	.675	.794	.921	.977	1.017	1.025	1.104	1.144	1.168	1.247	1.271
1 1/2	3.81	1140.09	.570	.741	.798	.912	.969	1.140	1.323	1.402	1.459	1.471	1.585	1.642	1.676	1.790	1.824
1 3/4	4.45	1555.29	.778	1.011	1.089	1.244	1.322	1.555	1.804	1.913	1.991	2.006	2.162	2.240	2.286	2.442	2.488
2	5.08	2026.83	1.013	1.317	1.419	1.621	1.723	2.027	2.351	2.493	2.594	2.615	2.817	2.919	2.979	3.182	3.243
2 1/2	6.35	3166.93	1.583	2.059	2217	2.534	2.692	3.167	3.674	3.895	4.054	4.085	4.402	4.560	4.655	4.972	5.067
3	7.62	4560.38	2.280	2.964	3.192	3.648	3.876	4.560	5.290	5.609	5.837	5.883	6.339	6.567	6.704	7.160	7.297
3 1/2	8.89	6207.18	3.104	4.035	4.345	4.966	5.276	6.207	7.200	7.635	7.945	8.007	8.628	8.938	9.125	9.745	9.931
4	10.16	8107.34	4.054	5.270	5.675	6.486	6.891	8.107	9.405	9.972	10.377	10.458	11.269	11.675	11.918	12.729	12.972
4 1/2	11.43	10260.85	5.130	6.670	7.183	8.209	8.722	10.261	11.903	12.621	13.134	13.236	14.263	14.776	15.083	16.110	16.417
5	12.70	12667.72	6.334	8.234	8.867	10.134	10.768	12.668	14.695	15.581	16.215	16.341	17.608	18.242	18.622	19.888	20.268
5 1/2	13.97	15327.94	7.664	9.963	10.730	12.262	13.029	15.328	17.780	18.853	19.620	19.773	21.306	22.072	22.532	24.065	24.525
6	15.24	18241.51	9.121	11.857	12.769	14.593	15.505	18.242	21.160	22.437	23.349	23.532	25.356	26.268	26.815	28.639	29.186
6 1/2	16.51	21408.44	10.704	13.915	14.986	17.127	19.197	21.408	24.834	26.332	27.403	27.617	29.758	30.828	31.470	33.611	34.254
7	17.78	24828.72	12.414	16.139	17.380	19.863	21.104	24.829	28.801	30.539	31.781	32.029	34.512	35.753	36.498	38.981	39.726
7 1/2	19.05	28502.36	14.251	18.527	19.952	22.802	24.227	28.502	33.063	35.058	36.483	36.768	39.618	41.043	41.898	44.749	45.604
8	20.32	32429.35	16.215	21.079	22.701	25.943	27.565	32.429	37.618	39.888	41.510	41.834	45.077	46.698	47.671	50.914	51.887
8 1/2	21.59	36609.70	18.305	23.796	25.627	29.288	31.118	36.610	42.467	45.030	46.860	47.227	50.887	52.718	53.816	57.477	58.576
9	22.86	41043.40	20.522	26.678	28.730	32.835	34.887	41.043	47.610	50.483	52.535	52.946	57.050	59.102	60.330	64.438	65.669
10	25.40	50670.87	25.333	32.936	35.470	40.537	43.070	50.671	58.778	62.325	64.859	65.365	70.433	72.966	74.486	79.553	81.073
11	27.94	61311.75	30.655	39.853	42.918	49.049	52.115	61.312	71.122	75.413	78.479	79.092	85.223	88.289	90.126	96.259	98.099
12	30.48	72966.06	36.493	47.428	51.076	58.373	62.021	72.956	84.641	89.748	93.397	94.126	101.423	105.071	107.260	114.557	116.746

La realización de proyectos cada vez más ambiciosos y de programas más agresivos en lo que se refiere a la construcción pesada, ha originado una intensa y constante evolución del equipo de construcción.

Se han introducido al equipo mejoras como: poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos confiables, diseños más funcionales, mayor versatilidad en su uso, transmisiones rápidas, potentes motores, etc., las cuales se han traducido en una mayor producción de los equipos.

Con objeto de poder cumplir con plazos cada vez menores en la ejecución de obras cada vez mayores, se ha llegado a la necesidad de utilizar equipos de gran producción.

Los grandes equipos de carga, acarreo y tiro de material, han obligado a los fabricantes de equipo de compactación a diseñar máquinas compactadoras capaces de balancear al tiro con la compactación, para evitar interferencia de actividades.

Como es sabido, la generalidad de los movimientos de tierras, incluyen muy importantemente la actividad de COMPACTACION.

¿QUE ES COMPACTACION? Es el aumento artificial del peso volumétrico de un material, mediante la reducción del porcentaje de

vacíos del mismo, lo cual se logra por medios mecánicos al hacer que las partículas encuentren acomodo correcto, teniendo como efecto la expulsión de aire y/o agua del material.

O, dicho en forma escueta, es la densificación de un material mediante la reducción de los vacíos en él contenidos.

¿QUE SE OBTIENE CON LA COMPACTACION? Mediante la aplicación de un esfuerzo compactador se consigue :

a) Miniminización de asentamientos.

b) Menores deformaciones.

c) Estabilidad deseada.

d) Reducción de permeabilidad.

e) Homogeneidad en los rellenos.

A mayor esfuerzo de compactación sobre un material, corresponde una mejor capacidad de carga y una mayor resistencia al esfuerzo cortante del mismo.

Se desprende pues, de lo anterior, que la vida útil de una obra, en la que interviene la compactación, dependerá en gran parte del grado de compactación especificado.

Dependiendo del tipo de obra de que se trate, el proyectista se encargará de especificar el grado de compactación necesario, para el buen comportamiento de la estructura.

Se hace notar que compactar a mayores grados del especificado no es conveniente, es decir, compactar de más, puede resultar perju-

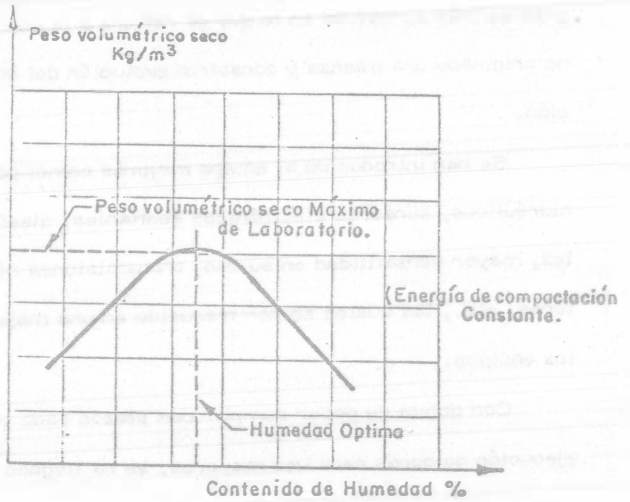
dicial al proyecto.

La falla de algunas obras han obligado a que las especificaciones de compactación sean cada vez más estrictas; las tolerancias en más - o en menos, del grado de compactación especificado, son generalmente fijadas desde el inicio de la obra.

¿COMO SE MIDE UNA COMPACTACION? En el laboratorio, - mediante pruebas estandarizadas, en las cuales los factores más importantes son el contenido de agua del material y la energía específica constante aplicada, se determina el peso volumétrico seco máximo del material en cuestión; a este peso volumétrico seco máximo se le puede atribuir el 100% de compactación, para una determinada energía específica de compactación.

La medición del grado de compactación obtenido en el campo es básicamente una comparación entre el peso volumétrico seco del lugar y el peso volumétrico seco máximo obtenido en el laboratorio.

Así pues, se puede hablar de, por ejemplo, un 95% de compactación, lo cual significa que el peso volumétrico seco del lugar tendrá - un valor igual al 95% del peso volumétrico seco máximo de laboratorio.



La energía de compactación de laboratorio se puede escribir co la siguiente fórmula, para el caso de las pruebas Proctor :

$$E = \frac{N\ n\ P\ h}{V}$$

E = energía de compactación.

N = número de golpes por capa

n = número de capas de suelo

P = peso del pistón

h = altura de caída libre del pistón

V = volumen de suelo compactado

A continuación se dan los valores aproximados de la energía de - compactación para las pruebas PROCTOR :

PROCTOR ESTANDAR	5.48 kg-cm/cm3.
PROCTOR MODIFICADA	27.7 kg-cm/cm3.
PROCTOR S.O.P.	6.36 kg-cm/cm3.
PROCTOR SRH.	7.10 kg-cm/cm3.

Habiendo repasado muy someramente cómo se obtiene una com - pactación en el laboratorio, se procederá ahora a ver cuáles son los - diferentes factores que intervienen en una compactación económica en el campo.

En las obras donde interviene la compactación, se trabaja gene - ralmente con distintos tipos de materiales, los cuales se pueden divi - dir en forma general como sigue y así mismo se indican las presiones de contacto necesarias :

Materiales no cohesivos	1.4-2.8 kg/cm2.
Materiales semicohesivos	2.8-4.5 kg/cm2.
Materiales cohesivos	4.5 kg/cm2.
Concretos asfálticos	(Variable).

Los factores que primordialmente influyen en la obtención de una compactación económica son :

A) Contenido de humedad del material

B) Granulometría del material

C) Número de pasadas del equipo

D) Peso del compactador

E) Presión de contacto

F) Velocidad del equipo compactador

G) Espesor de capa

A) CONTENIDO DE HUMEDAD. El agua tiene en el proceso de compactación, el papel de lubricante entre las partículas del material. Una falta de humedad exigirá mayor esfuerzo compactivo, así como — también lo exigirá un exceso de la misma.

Debe recordarse que todo material tiene un contenido óptimo de- humedad, para el cual se obtiene, bajo una cierta energía de compacta ción, una densidad máxima.

El agua, entonces, facilita el trabajo de compactación.

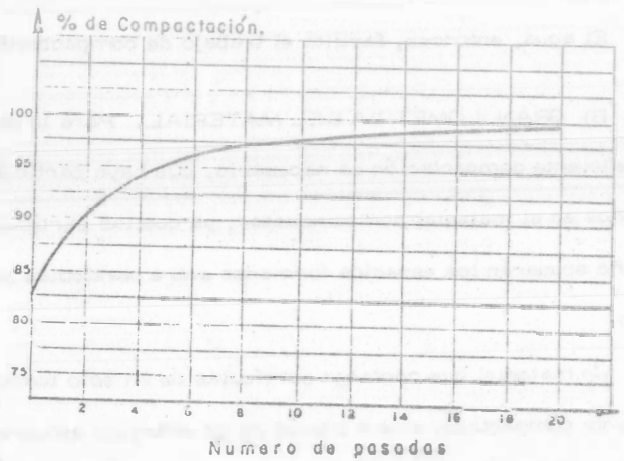
B) GRANULOMETRIA DEL MATERIAL. Para la obtención de - una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor ta - maño.

Un material que contenga partículas de un solo tamaño será difi- cilmente compactado; sólo a través de un enérgico esfuerzo compacti - vo, el cual llevará a la fragmentación de las partículas, podrá ser den sificado.

Es oportuno hacer notar aquí, que la forma de las partículas -- también tiene importancia en la compactación. Materiales con partículas de forma angulosa son generalmente más fácilmente compactados - por su acuñamiento, que materiales con partículas redondeadas.

C) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de :

1) Tipo de compactador
2) Tipo de material
3) Contenido de humedad
4) Forma en que se aplique la presión al material
5) Maniobrabilidad del equipo



D) PESO DEL COMPACTADOR. La presión ejercida sobre el - material dependerá, en parte, de la magnitud del peso del equipo de — compactación.

E) PRESION DE CONTACTO. Más que el peso del compactador importa la presión de contacto; ésta depende de :

1) Tipo de material
2) Estado del material (Suelto o Semicompacto)
3) Area expuesta por el compactador
4) Presión de inflado en el caso de un equipo sobre neumáticos
5) Peso del compactador
6) Temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

Los fabricantes de equipo de compactación se han preocupado -- por que sus máquinas ejerzan presiones de contacto uniformes, lo cual han logrado mediante suspensiones isostáticas.

Es necesario hacer hincapié, que resulta de mayor importancia la presión de contacto de un compactador, que el peso del mismo.

Por ejemplo un compactador muy pesado necesita de un mayor - número de llantas o de llantas más grandes, con lo cual, el área de — contacto entre el compactador y el material se incrementa, resultando la presión de contacto, similar a la de un compactador normal con menos llantas o llantas menores.

F) VELOCIDAD DEL EQUIPO. De la velocidad de traslación -- del compactador y del número de pasadas, dependerá la habilidad de - producción de un determinado equipo.

El equipo de compactación debe ser de una eficiencia tal, que no interfiera con el veloz equipo de depósito de material.

En virtud de que el equipo para movimiento de tierras se ha mejorado en tamaño, rapidez y eficiencia, así también los equipos de --- compactación se han modificado para poder mantenerse a un nivel de - producción semejante.

La maniobrabilidad de un equipo compactador influye definitivamente en la velocidad del equipo.

G) ESPESOR DE CAPA. El espesor de capa por compactar dependerá esencialmente de :

1) Tipo de material
2) Humedad en el material
3) Tipo de compactador
4) Grado de compactación especificado.

Para determinar cual es el espesor de capa, de un cierto material, que puede compactar un equipo determinado, se puede uno referir al método del bulbo de presión.

Suponiendo que se quiere compactar, con un determinado equipo, un material que con una presión de 2.7 kg/cm2. se densifica correctamente, tratemos de encontrar el espesor de capa.

$$\text{presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}}$$

Se supone una área circular de contacto = $3.14\ e^2$.

La fuerza es el peso por llanta del compactador = F,

La presión de contacto es :

$$p_o = \frac{F}{3.14}\ e^2 .$$

De donde:

$$e = \sqrt{\frac{F}{3.14\ p_o}}$$

Suponiendo F = 1800 kg y p_o = 9 kg/cm2.

$$e = \sqrt{\frac{1800\ kg}{3.14 \times 9}} = 8\ cm$$

Recurriendo a los factores de influencia para diferentes profundidades de la teoría de Bousinesg obtenemos:

Profundidad	Factor de Influencia	Presión
e = m	$p_1 = 0.6\ p_o$	p_1 = 5.4 kg/cm2
2e = 16 cm	$p_2 = 0.3\ p_o$	p_2 = 2.7 kg/cm2
3e = 24 cm	$p_3 = 0.15\ p_o$	p_3 = 1.35 kg/cm2
4e = 32 cm	$p_4 = 0.09\ p_o$	p_4 = 0.81 kg/cm2

De lo anterior se concluye que para un material que requiere 2.7 kg/cm2. de presión para ser compactado eficientemente con un compactador de 1800 kg de carga por rueda y una presión de contacto de ----

9 kg/cm2. se puede usar un espesor de capa de 16 cm.

Existen los siguientes principios :

1) PRESION ESTATICA
2) IMPACTO
3) AMASAMIENTO
4) VIBRACION
5) ENZIMAS

} Principios para la compactación de materiales.

1) COMPACTACION POR PRESION ESTATICA.

Este principio se basa en la aplicación de pesos más o menos grandes sobre la superficie del suelo.

Fueron los romanos, hasta donde es posible saber, los primeros en tratar de precompactar intencionalmente los materiales usados en sus caminos.

Con objeto de recorrer rápidamente las grandes extensiones del Imperio Romano, se construyeron en aquella época caminos con esclavos que halaban grandes cilindros de roca, los cuales hacían penetrar piedras en la sub-base de tierra.

También en el Imperio Maya se hizo uso de este sistema para la construcción de los "caminos blancos" o "sacbés".

Mudos testigos de este principio de compactación son por ejemplo: la Vía Appia en Italia y los rodillos de piedra que se encuentran en la Residencia de Conservación de S.O.P. en Mérida.

Desde aquella época del Imperio Romano hasta la fecha, rodillos

de muchos pesos, formas y medidas han sido usados para la compactación de una amplia gama de materiales.

Así como la forma de los compactadores ha cambiado, así también ha cambiado su propulsión, se han modernizado con: potentes motores, dirección hidráulica, servotransmisiones, sistema de riego, caseta para operador, etc.

Carreteras y calles que fueron construídas con este principio de compactación, cuando los vehículos eran lentos y ligeros, han sido fatigadas hasta su destrucción, por los volúmenes de tráfico veloces y pesados de la actualidad, lo cual ha obligado a profundizar en las especificaciones de compactación.

La acción de este principio de compactación es de arriba hacia abajo, es decir, las capas superiores alcanzan primero mayores densidades que las de abajo.

Este principio de compactación tiene dos inconvenientes en la obtención de una rápida densificación :

a) Su acción de arriba hacia abajo

b) Fomentar la resistencia de la fricción interna del material, durante la compactación.

a) El inconveniente de que la parte superior se compacte primero que la de abajo, es que el esfuerzo compactivo debe atravesar la parte ya compactada, para poder compactar la inferior. Se consume por lo tanto mayor energía de compactación.

También suele suceder que las características granulométricas del material varíen, debido a la sobrecompactación de la porción superior de la capa; dicha sobrecompactación o exceso de energía compactiva produce una fragmentación de partículas.

b) Definiendo como fricción interna a la resistencia de las partículas de un suelo para deslizarse dentro de la masa del mismo, se puede juzgar este segundo inconveniente.

Si llamamos (F) a la fuerza aplicada por el compactador y (n) al coeficiente de fricción interna del material, se puede deducir la reacción (R) de las partículas para deslizarse dentro de la masa de suelo.

$$R = nF$$

A mayor fuerza aplicada mayor la reacción de la fricción interna del material; aquí es donde el papel que juega el agua resulta muy importante, ya que, como se dijo antes, tendrá efectos lubricantes entre las partículas reduciendo (n) y por consecuencia a (R).

Para este tipo de compactación es necesario hacer riegos intensivos de agua cuando el material así lo soporte.

Dentro de este principio de compactación pueden agruparse a los:

A) Rodillos metálicos

B) Rodillos de llantas neumáticas

A) RODILLOS METALICOS.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

1) Planchas Tandem. Son aquellas que tienen dos o tres rodillos metálicos en línea. Los rodillos son generalmente huecos para ser lastrados con agua y/o arena. Tienen generalmente dos números por nomenclatura. El primero es el peso de la máquina sin lastre y el segundo es el peso de la máquina lastrada totalmente.

2) Planchas de Tres Ruedas. Son quizás las de más antiguo diseño; estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda delantera; las ruedas pueden ser huecas para ser lastradas o formadas por placas de acero roladas con atiesadores.

Las planchas tandem, a pesar de que son generalmente de menor peso que las de tres rodillos, suelen tener mayor compresión por centímetro lineal de generatriz que las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas tandem como las de tres rodillos, tienen bajas velocidades de operación y poca seguridad al compactar las orillas de terraplenes altos.

Son efectivas en suelos de naturaleza granular donde su efecto texturador puede ser necesario; su efectividad se ve mermada en materiales granuloplásticos, donde se tiende a un encarpetamiento; en materiales plásticos o cohesivos no tienen gran aplicación.

Resumiendo, puede decirse que estas máquinas por su lentitud y poca profundidad de acción, han perdido terreno en la compactación de grandes movimientos de tierra; también en algunas aplicaciones específicas que tienen estos equipos como la compactación de carpetas asfálticas, van siendo desplazadas por otras máquinas compactadoras.

B) RODILLOS DE LLANTAS NEUMATICAS. Consisten en un chasis hueco para recibir lastre y se apoyan con llantas al suelo por compactar. Debido a la flexibilidad de las llantas también tienen un efecto secundario de amasamiento.

Estos compactadores pueden ser halados o autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

1) De llantas pequeñas

2) De llantas grandes

1) DE LLANTAS PEQUEÑAS. Generalmente tienen dos ejes en tandem y el número de llantas puede variar entre 7 y 13. El arreglo de las llantas es tal que las traseras trasiapan con las delanteras.

Algunos de estos compactadores tienen montadas sus ruedas en forma tal que oscilan o "bailan" al rodar, lo que aumenta su efecto de amasamiento.

Estos compactadores proporcionan una presión de contacto semejante a la proporcionada por equipos de mayor peso y llantas grandes, tienen mayor maniobrabilidad, no empujan mucho material adelante de ellos, tienen poca profundidad de acción y poca flotación en materiales sueltos.

2) DE LLANTAS GRANDES. Son generalmente arrastrados por tractor y pesan de 15 á 50 tons. Tienen 4 ó 6 llantas en un mismo eje. Su costo horario es generalmente caro por el tipo de tractor que se utiliza para arrastrarlos.

Su mejor aplicación es usarlos como compactadores de prueba.

Los dos factores más importantes que intervienen en este tipo de compactadores son:

1) PESO TOTAL. Dependiendo del número total de llantas y del sistema de suspensión del compactador se puede conocer el peso o fuerza aplicada por llanta. A mayor peso total, mayor carga por llanta, en caso de tratarse de una suspensión isostática.

2) PRESION DE INFLADO. Es un factor muy importante, ya que según el ejemplo que a continuación se expone, resulta más efectivo un cambio de presión de inflado de la llanta y con ello una reducción de área de contacto, que un aumento en el peso total o carga por llanta.

Ejemplo:

Una llanta 9.00 x 20 de 12 capas aplica, bajo una carga de 910 kg y a una presión de inflado de 2.81 kg/cm2, una compresión de 3.41 kg/cm2. Si la carga se aumenta a 2,040 kg y la presión de inflado se conserva igual, la presión de contacto en este caso es de 3.80 kg/cm2; en otras palabras el aumento de compresión es de 11.3%. Sin embargo, si se conserva la carga por rueda de 910 kg y se aumenta la presión de inflado a 7.04 kg/cm2, la compresión sobre el suelo es de 4.96 kg/cm2 lo que significa un aumento de 45.3%.

Esto se explica debido a que aumentando el peso total del compactador o la carga por rueda, sin modificar la presión de inflado, se incrementa el área de contacto entre el suelo y la llanta, habiendo muy-

poco cambio en la presión de contacto.

Por la razón anterior los fabricantes de equipo progresistas han provisto, a sus máquinas con implementos para variar rápidamente la presión de inflado de sus equipos.

El uso de los compactadores de llantas neumáticas pequeñas está enfocado actualmente a la compactación de pavimentos asfálticos. - La compactación intermedia de una carpeta, base, o sub-base asfáltica se ha llevado a cabo con este equipo.

También en terracería tiene gran utilidad para sellar las capas - superiores, con lo que se logra una buena impermeabilidad.

Para el riego de sello resultan altamente recomendables ya que- no quiebran o trituran al sello como lo hacen las planchas tandem; la - flexibilidad de las llantas permite que las partículas encajen donde deben penetrar y tener mayor fijación.

Dentro del principio de compactación por presión estática se -- pueden incluir a las consolidaciones logradas a través de cargas de -- agua estáticas; esta compactación se logra, primero, por el peso del - agua que actúa sobre la superficie, y segundo, por la filtración del -- agua a través del relleno que arrastra partículas menores, las cuales se acomodan en los vacíos o huecos dejados por partículas mayores y por los efectos lubricantes del agua.

2) COMPACTACION POR IMPACTO.

La compactación por medio de impacto se logra haciendo caer - repetidamente un peso desde una cierta altura.

Cuando una unidad compactadora tiene una frecuencia baja y una amplitud grande, la unidad cae dentro de este tipo de compactación.

El principio en que se basa este tipo de compactación es que, -- cuando un cuerpo se levanta 20 cm sobre una superficie y se deja caer, la presión que ejerce sobre ésta, es 50 veces mayor que la presión que ejerce el mismo cuerpo estando apoyado estáticamente sobre dicha superficie.

Generalmente se trata de martillos neumáticos o de dragas que- dejan caer pesos de una tonelada sobre gruesas capas de material.

La baja producción de este tipo de compactación nos obliga a relegarla a segundo término, tratándose de grandes movimientos de tierra.

3) COMPACTACION POR AMASAMIENTO.

Amasar en este caso puede confundirse con exprimir, es decir,- el efecto de una pata de cabra al penetrar en un material ejerce presión hacia todos lados, obligando al agua y/o al aire a salir por la superficie.

La compactación por este principio se lleva a cabo de abajo hacia arriba; es decir las capas inferiores se densifican primero y las superiores posteriormente. Por esto se dice que un rodillo pata de cabra- emerge o sale cuando el material se encuentra compactado debidamente.

Existen en la actualidad variadas formas de patas cuyo objetivo- principal es la limpieza de las mismas cuando salen del material.

Algunos rodillos son huecos para ser lastrados con agua y/o — arena y otros equipos se lastran en el bastidor; otros tienen un tambor formado por secciones atornillables, las cuales tienen diferente número de patas, con lo cual se tiene la ventaja de que en caso de ser necesario un esfuerzo mayor de compactación, se cambien las secciones— en uso por secciones con menor número de patas, siendo de esta forma mayor la presión por pata.

Dentro de este grupo también pueden considerarse a los rodillos de reja y los compactadores de rodillos metálicos segmentados.

No hay que olvidar que también los compactadores de llantas neumáticas tienen efectos amasadores debido a la flexibilidad de las llantas.

Los rodillos pata de cabra se emplean fundamentalmente en materiales cohesivos; en cambio su efectividad es casi nula en materiales granulares.

Los materiales cohesivos son arcillas y limos arcillosos; cohesión podemos definirla como la atracción mutua de las partículas de un suelo debido a fuerzas moleculares y a la presencia de humedad.

4) COMPACTACION POR VIBRACION.

Este principio de compactación es el que últimamente ha tenido mayor desarrollo y prácticamente ha invadido todos los materiales por compactar.

En la mayoría de los tipos de material, la compactación dinámica o vibratoria, supera en eficiencia a los compactadores estáticos.

Como en la compactación por presión estática, en este tipo de — compactación también se aplica una cierta presión, pero al mismo — tiempo se somete al material a rápidos y fuertes impactos o vibraciones, entre 700 y 4,000 dependiendo del compactador.

Debido a las vibraciones producidas por el equipo sobre el material, la fricción interna de éste, desaparece momentáneamente, propiciando el acomodo de las partículas.

Esto se puede demostrar mediante el experimento de girar una perforadora de álabes dentro de un recipiente que contenga arena o — grava, primero en estado estático y luego colocando el recipiente sobre una placa vibratoria.

La vibración multiplica la movilidad interna del material en forma contundente; en suelos de granulometría gruesa la movilidad dinámica es de 10 a 30 veces mayor que la movilidad estática.

La experiencia sueca nos proporciona la siguiente tabla :

Material	Contenido de agua	Momento Resistivo (kg-cm) En reposo	Con Vibraciones
Grava	0	1700	40
Arena	10	500	45
Limo	12	150	25

La compactación por vibración tiene un efecto de penetración como el sonido, el cual también es dinámico, pero tiene una frecuencia mayor y audible; este tipo de compactación evita los efectos de arco y

disminuyendo la fricción interna del material permitiendo que las fuerzas compactivas trabajen a mayor profundidad y a mayor anchura.

Con este principio de compactación las partículas de material se ven sujetas a presión estática, a impulsos dinámicos de las fuerzas vibratorias y debido a la pérdida momentánea de fricción interna, a la gravedad.

La densificación de un material por medio de compactadores vibratorios es de abajo hacia arriba.

VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION

a) Es posible compactar a más altas densidades; facilita la obtención de los últimos porcientos del grado de compactación que son tan difíciles de obtener, y a veces imposibles de obtener, con compactadores estáticos.

b) Permite el uso de compactadores más pequeños.

c) Se puede trabajar sobre capas de material de mayor espesor.

d) Permite hacer trabajos más rápidos por menor número de pasadas.

e) Por las razones anteriores los costos de compactación resultan más económicos.

UTILIZACION DE EQUIPOS VIBRATORIOS. POR LO QUE RESPECTA A LOS MATERIALES.

Los factores que deben tomarse en cuenta para la selección del tipo más económico y eficiente de compactador son:

a) Tipo de material

b) Tamaño de la obra

c) Requerimientos especiales.

TIPO DE MATERIAL

Los materiales de granulometría gruesa son los más apropiados para compactar por el método dinámico.

Arenas, gravas y piedra triturada son eficientemente compactadas con este método.

Para estos tipos de material se usan con éxito los compactadores vibratorios lisos arrastrados o autopropulsados.

Bases y sub-bases se pueden compactar al 95% PROCTOR, en espesores de 20 á 25 cm en 3 ó 4 pasadas de un rodillo vibratorio de 4600 kg de peso y con una frecuencia de 1500-1800 vibraciones por minuto.

En el caso de rocas quebradas se usan rodillos lisos vibratorios que tienen reforzado el tambor. El acomodamiento de rocas quebradas por el método de vibración es superior al obtenido por cualquier otro de los métodos.

Para la compactación de limos se puede usar el rodillo liso vibratorio en caso de contener un 35% de arena. El rodillo pata de cabra vibratorio resulta adecuado para la compactación de limos que contengan arcilla.

Para materiales arcillosos o arcilla se usa el rodillo pata de ca_

bra vibratorio. Habrá que vigilar la humedad del material, como en - cualquiera otro de los métodos, cuando se trate de arcillas.

Donde últimamente han tenido mucho éxito los compactadores vi_ bratorios autopropulsados es en la compactación de concretos asfálti - cos.

La compactación de concretos asfálticos con rodillos vibratorios logra económicamente: densidad, impermeabilidad y terminado super— ficial.

Los factores que se deben tomar en cuenta para la compactación de concretos asfálticos son los siguientes :

a) Granulometría

b) Espesor de capa

c) Tipo de asfalto (penetración)

d) Temperaturas de la mezcla

e) Velocidad del compactador

Las recomendaciones generales para la compactación de concre_ tos asfálticos mediante el uso de compactadores vibratorios autopropul sados son:

1) La primera pasada, en caso de ser necesario, debe darse sin vibración, es decir el armado de la carpeta asfáltica se hará con el ro dillo en forma estática.

2) Se debe vibrar cuando el compactador esté en movimiento.

3) No se debe sobrecompactar.

4) Para acabado superficial terso, operar en frecuencia alta.

5) Operar a la velocidad que permita terminado aceptable, co — rrecta densidad e impermeabilidad.

6) No compactar mezclas suaves, sino hasta que la viscosidad - se incremente lo suficiente para que permita un planchado es_ table.

7) No planchar muy despacio en curvas sobreelevadas cuando se está vibrando.

8) Para evitar desplazamientos laterales, se deberán compactar los 30 cm de la orilla al final.

9) Para proteger una corona, habrá que compactar las orillas - de la misma primero.

10) Pasadas estáticas al final de la compactación pueden ser re - comendables para sellar más la superficie.

TAMAÑO DE LA OBRA.

Dependiendo del tamaño de la obra y habiendo ya seleccionado el tipo de compactador adecuado para el material por compactar, se pue_ de determinar, el número de compactadores necesarios para cumplir— con el plazo estipulado.

REQUERIMIENTOS ESPECIALES

Existen casos en que por requerimientos especiales es necesa — rio decidir por un determinado tipo de compactador. Cuando se exige una superficie determinada o altos grados de compactación será nece - sario escoger al compactador adecuado.

5) COMPACTACION CON LA AYUDA DE ENZIMAS.

Mediante la adición de productos enzimáticos al agua de compactación, se ha pretendido obtener, en combinación con algún otro esfuerzo compactador mecánico, la densificación más rápida de los materiales.

Según la definición de Sumner o Somers una enzima es: "cierta suostancia química-orgánica que está formada por plantas, animales y microorganismos, capaz de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentra, sin que sea consumida por ello en este proceso, llegando a formar parte del conjunto".

Según los fabricantes de enzimas para compactación, ésta se logra mediante una reacción química de ionizacion de los componentes - orgánicos e inorgánicos del terreno, permitiendo que esta reacción origine una fusión molecular progresiva, lo que trae por consecuencia -- que las partículas del suelo se agrupen y se transformen en una masa- compacta y firme.

Se hace hincapié en que el agregar productos enzimáticos al agua de compactación no densificará al material tratado, sino que es necesario aplicar esfuerzo compactivo adicional; es decir, se usará algún -- equipo compactador y agua con enzimas, con lo cual puede reducirse - el tiempo de compactación.

PRODUCCION DE UN EQUIPO COMPACTADOR.

Para determinar la producción horaria de un equipo de compactación se deben tomar en cuenta los siguientes factores :

1. Ancho compactado por la máquina = A
2. Velocidad de operación = V
3. Espesor de capa = E
4. Número de pasadas para obtener la compactación especifica - da = N

Para calcular la producción se determina primero el área cubierta en una hora con una pasada; dividiendo la cifra así obtenida entre el número de pasadas requeridas para obtener la compactación estipula - da, resulta el área compactada de suelo por hora. Multiplicando esta última área por el espesor compacto de capa se obtiene el volumen -- compactado por hora.

La fórmula puede escribirse :

$$P = \frac{A \times V \times E \times 10 \times C}{N}$$

P = Producción horaria (m/3h)

A = Ancho compactado por la máquina (m)

V = Velocidad (km/h)

E = Espesor de capa (cm)

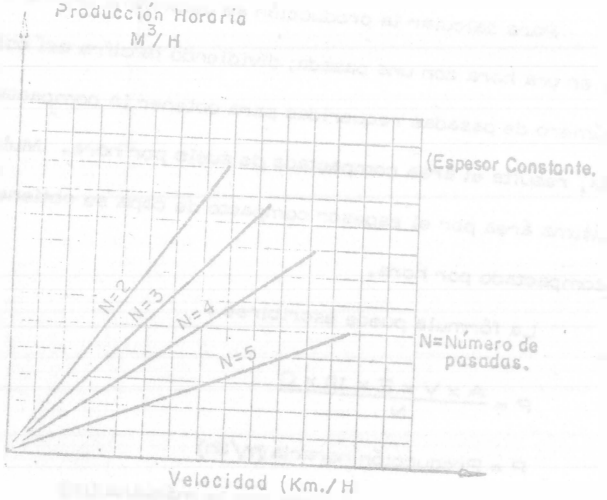
N = Número de pasadas

10 = Factor de conversión

C = Coeficiente de reducción (0.6 á 0.8)

El coeficiente (C) afecta la capacidad teórica, reduciéndola por- traslapes de pasadas paralelas, por tiempo perdido para dar vuelta y otros factores.

Conociendo los factores anteriores para cada equipo compactador, se pueden graficar, para espesor constante, las capacidades de producción como se indica en la gráfica.



COSTO DE LA COMPACTACION.

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m3) compactado es necesario determinar el costo horario del equipo.

Para la determinación del costo horario del equipo de compactación se siguen los mismos pasos que se siguen para la determinación de cualquier otro costo horario de equipo de construcción.

Es decir se deben obtener :

a) Cargos fijos

- Depreciación
- Intereses
- Seguros
- Almacenaje
- Mantenimiento

b) Consumos

- Combustibles
- Lubricantes
- Llantas

c) Operación

d) Transporte

Sumando

a) Cargos fijos

b) Consumos

c) Operación

d) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m3) compactado :

Costo por m3 = $\frac{\text{Costo horario Equipo}}{\text{Producción horaria Equipo}}$

EJEMPLO :

Se tiene por compactar un material compuesto por 30% limo y 70% arena.

Consideramos que se trata de un material granular y por lo tanto un compactador vibratorio es el indicado.

Se analizarán las siguientes alternativas :

1. Rodillo liso vibratorio arrastado por tractor agrícola.
2. Rodillo sencillo liso vibratorio autopropulsado.
3. Rodillo doble (tandem) vibratorio autopropulsado.

I) DETERMINACION DE COSTOS HORARIO

1. Rodillo liso arrastrado por tractor agrícola.

PRECIO DE ADQUISICION RODILLO	$ 180,000.00
PRECIO DE ADQUISICION TRACTOR	$ 140,000.00
	$ 320,000.00

Se considera una vida útil del conjunto de 8000 horas y un valor de rescate de (0).

Cargos fijos	$ 102.00
Consumos	$ 6.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 123.00/HORA

2. Rodillo sencillo vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 390.000.00

Se considera también una vida útil de 8000 horas y un valor de rescate de (0).

Cargos fijos	$ 112.00
Consumos	$ 6.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 133.00/HORA

3. Rodillo tandem vibratorio autopropulsado.

PRECIO DE ADQUISICION $ 725,000.00

Haremos la misma consideración por lo que respecta a vida útil y valor de rescate que las alternativas anteriores.

Cargos fijos	$ 205.00
Consumos	$ 12.00
Operación	$ 12.00
Transporte	$ 3.00
	$ 232.00/HORA

II) DETERMINACION DE PRODUCCIONES HORARIAS.

1. Rodillo arrastado por tractor agrícola.

Ancho =	1.50 m
Velocidad =	4 km/h
Espesor =	20 cm

Número de pasadas = 4 para 95%

Coeficiente de reducción = 0.7

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20}{4} \times 10 \times 0.7$$

P = 210 m3/HORA.

2. Rodillo autopropulsado.

Ancho = 2.14 m

Velocidad = 4 km/h

Espesor = 20 cm

Número de pasadas = 4 para 95%

Coeficiente de reducción = 0.8

(Es de mayor maniobrabilidad y de mayor energía dinámica)

$$P = \frac{2.14 \times 4 \times 20}{4} \times 10 \times 0.8$$

P = 342 m3/HORA.

3. Rodillo tandem autopropulsado.

Ancho = 1.50 m

Velocidad = 4 km/h

Espesor = 20 cm

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coeficiente de reducción = 0.8

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20}{2} \times 10 \times 0.8$$

P = 480 m3/HORA

III. DETERMINACION DE COSTO DE COMPACTACION.

	COSTO HORARIO	PRODUCCION	COSTO x m3
Caso 1	$ 123.00/H.	210 m3/H.	$ 0.59/m3
Caso 2	$ 133.00/H.	342 m3/H.	$ 0.39/m3
Caso 3	$ 232.00/H.	480 m3/H.	$ 0.48/m3

Se hace notar que a pesar de que la diferencia de valor de adquisición entre los casos (1) y (3) es de 126% aproximadamente, se obtiene un ahorro en el caso (3), del costo de compactación, cercano al 20%.

Suponiendo que se contara con un compactador de pisones autopropulsado, con costo horario de $ 240.00 y se tratara de compactar el material granular del ejemplo, se obtiene :

Producción Horaria :

Ancho = 1.94 mts.

Velocidad= 9 km/hora

Espesor = 20 cm

Número de pasadas = 8 pasadas (contando sus cuatro rodillos)

Coeficiente de reducción = 0.8

$$\text{Producción} = \frac{1.94 \times 9 \times 20}{8} \times 10 \times 0.8$$

Producción = 349 m3/H.

$$\text{Costo por compactación} = \frac{\$240.00/H.}{349\ m3/H.}$$

Costo = $ 0.69/m3

El costo obtenido demuestra una mala selección del equipo, ya - que resultó mayor que los obtenidos para rodillos vibratorios.

El caso contrario puede encontrarse cuando con un rodillo vibratorio liso traten de compactarse materiales altamente cohesivos para- los cuales el compactador de pisones resultará más ventajoso.

SELECCION DE COMPACTADORES

TIPO DE MATERIAL			RODILLO DE REJA	RODILLO DE IMPACTO	PATA DE CABRA	RODILLO VIBRATORIO	TAMPING VIBRADOR	RODILLO METALICO	RODILLO NEUMATICO
ACABADOS DE CAMINOS Y BASES Y SUB - BASES		ACABADO DE SUPERFICIES ASFALTICAS						●	●
		BASES ASFALTICAS						○	●
		BASES GRANULARES				●		x	○
		SUB - BASES GRANULARES				●		x	○
ROCAS		ROCA CON FINOS	●	○					
GRAVAS LIMPIAS	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVAS Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
GRAVAS CON FINOS	GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	●	●		●	●		
	GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	○	●		●	○		
ARENAS LIMPIAS	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVAS, CON POCO O NADA DE FINOS	●	○		●			
	SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVAS CON POCO O NADA DE FINOS	●			●			
ARENAS CON FINOS	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENAS Y LIMOS	○	●		○	○	x	○
	SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENAS Y ARCILLA	x	●		○	x	x	○
ARCILLAS Y LIMOS	ML	LIMOS INORGANICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS	x	●		○		x	○
	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS POBRES	x	●	○	x		x	●
	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	x	○	○	x		x	●
	MH	LIMOS INORGANICOS, LIMOS MICACEOS O DIAFOMACEOS, LIMOS ELASTICOS		●	○	x		x	○
	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS FRANCAS		●	○	x			○
	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIA O ALTA PLASTICIDAD, LIMOS ORGANICOS DE MEDIA PLASTICIDAD		●	○	x			○
	Pt	TURBAS Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS							

● PRIMERA SELECCION ○ SEGUNDA SELECCION O COMBINACION x POSIBLE, REQUIEREN ESTRICTO CONTROL

CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

TEMA: COMPACTACION.

PROFESOR: ING. ROBERTO PASQUEL LUJAN.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

"SELECCION DEL EQUIPO PARA COMPACTACION DE TERRACERIAS".

ING. ROBERTO PASQUEL LUJAN.

La finalidad de esta plática es comentar algunas ideas sobre los métodos que hemos empleado en la selección del tipo de máquina compactadora de terracerías, que creemos mas conveniente, para conjugar factores de inversión, producción, movilidad, eficiencia, disponibilidad de refacciones y servicios.

Debemos tener en mente que, en la construccion pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente; esto es, el menor número posible de unidades para un trabajo determinado.

La vida util de los pavimentos depende, primordialmente, de un drenaje bien proyectado, y de la estabilidad de las terracerías, ya que en ésta interviene, de manera importante, el grado de compactación a que fueron sometidas.

Compactación es la densificación artifical de los suelos mediante la aplicación de presiones que expulsan el aire y el agua de la masa del suelo. En términos de nuestra plática, debemos agregar que la compactación debe lograrse al menor costo posible. Para llegar a esto, necesitamos conocer ampliamente las especificaciones, los materiales de que se trate, los métodos que pensamos emplear, el equipo disponible, etc.

Las especificaciones de compactación las fija el proyectista de la obra, solicitando el grado de compactación, expresado como un porcentaje del peso volumétrico máximo, obtenido en el laboratorio de muestras representativas de los materiales que se van a emplear.

El grado de compactación es afectado por:

1.- El contenido de humedad en el material.

2.- La naturaleza del material, esto es, sus propiedades físicas, granulometría, etc.

3.- El tipo e intensidad de la fuerza compactiva.

La humedad en el material es un factor que siempre debe ser bien controlado. Para esto contamos con la determinación, en el laboratorio, del contenido óptimo de humedad. El contenido óptimo de humedad es la cantidad de agua contenida en la muestra, con la que se obtuvo el peso volumétrico máximo, expresada como porcentaje del peso seco máximo de la muestra. Haciendo pruebas en el campo, en los bancos o cortes de donde proceden los materiales para las terracerías, podemos conocer la cantidad de agua que debemos agregarle o quitarle al material. Es conveniente, para compensar la que se pierde por evaporación, agregar agua un poco en exceso de la humedad óptima. La compactación la daremos sin dificultad, con el equipo adecuado, si el contenido de agua en los materiales es el conveniente, para que lleve a cabo su función de lubricante para el acomodo de las partículas de los suelos. Cuando la cantidad de agua por agregar es considerable, y siempre que las condiciones de espacio, pendiente adecuada, ubicación del banco de agua, etc., lo permitan, es conveniente agregar agua, necesaria para la compactación, directamente en el banco de materiales. Esto se hace después de arar o aflojar la superficie del banco a una profundidad tal que per-

mita el tránsito de las pipas. Los bancos que, por su dureza o por razones de rendimiento en la carga, se deben aflojar, se prestan para agregar el agua. También, en caso de requerirse, se puede quitar humedad a los materiales en el banco con la simple acción aflojadora de los desgarradores. Es más usual agregar el agua directamente en el lugar donde se lleva a cabo la compactación. El personal encargado de vigilar estas operaciones debe ser muy experimentado y conocedor de los materiales, sobre todo para aquellos que exijan, para su adecuada compactación, de mucha precisión en el grado de humedad. El equipo que hemos encontrado más apropiado para agregar agua a las terracerías, ha sido el de pipas de 8 m3. que riegan el agua en abanico cubriendo una buena superficie por pasada.

El tamaño y peso de estas unidades permiten bastante maniobrabilidad en la construcción de terracerías, sobre todo en caminos relativamente angostos, porque pueden también entrar y salir de la zona de tiro rápidamente después de cumplir con su cometido, sin estorbar a los compactadores ni a las unidades de acarreo y depósito de materiales.

Decíamos que también la naturaleza de los suelos afecta la compactación que debemos obtener, no solamente por su peso, sino también por su comportamiento ante los esfuerzos compactivos con humedades menores a la óptima. Por ejemplo: algunas arcillas pesadas pueden ser compactadas adecuadamente con algunas variaciones en más o en menos en el contenido de humedad; en cambio, suelos de tipo granular más o menos bién gradados son muy sensibles a cualquier diferencia en su contenido de agua con relación a la óptima. En general, los suelos en su estado natural son ráramente homogeneos y solamente pueden ser estudiados y trabajados mediante comparaciones con otros de tipo similar de los que se tiene alguna experiencia. Los tipos de suelos con los que comunmente nos encontra-

mos los constructores de caminos son: gravas, que son piedras graduadas hasta la malla de 1/4", y arenas con partículas de hasta 0.002", (este es un material de tipo granular sin atracción entre sus partículas por lo que seco no tiene ninguna resistencia). Las arenas y las gravas pueden ser vibradas hasta obtener buenas densidades, porque los granos se acomodan hasta que logran su acomodo, minimizando los vacíos.

Los limos son arena muy fina, pero sin parecer granulares al tacto que en estado puro, cuando son agitados en agua, se depositan en el fondo del recipiente dejando el agua clara en la parte superior. Aunque sus tamaños son menores de 0.002" se les considera de tipo granular. No se obtienen buenas compactaciones con el limo puro; casi no tiene resistencia estando seco, pues no hay cohesión entre sus granos. Los materiales granulares permiten el paso del agua; esto es, son permeables. Los materiales hasta ahora mencionados, se han usado en terraplenes, claro que en alguna medida mezclados entre sí, con bastante buen éxito, con altas capacidades de resistencia y larga vida, requiriendo para ésto que los taludes se cubran inmediatamente con alguna especie vegetal que los confine y la superficie del terraplén se impermeabilice.

La arcilla es el suelo mas fino; consiste de partículas microscópicas coloidales que le dan su propiedad plástica. En agua, los coloides se mantienen en suspensión; tienen atracción entre sí que los convierte en un material cohesivo. Seca la arcilla tiene alta resistencia; no se erosiona fácilmente, se trabaja bien y se compacta fácilmente cuando las condiciones de humedad son favorables. Las terracerías de material arcilloso deben también protegerse inmediatamente del intemperismo, porque son susceptibles de hinchamiento y enjutamiento cuando absorben o pierden humedad.

La material orgánica es otro material que halla el constructor en cantidad abundante. La menciono porque debe evitarse que forme parte de las terracerías, por sus efectos dañinos, pues al continuar su descomposición en el cuerpo del terraplén, producen vacíos y reducen la plasticidad y la resistencia.

Estos son los tipos de suelo que, mezclados entre sí en menor o mayor grado, encontramos disponibles para construír un camino. A diferencia de terracerías para aeropuertos o presas en que, por lo general, se fijan uno o pocos bancos de materiales, casi siempre semejantes para toda la obra; en caminos, según avanza la obra, los bancos de materiales usualmente van cambiando de naturaleza en los suelos que los componen y es en este caso donde, creo yo, se debe escoger cuidadosamente el tipo de compactadores que permitan la máxima latitud en su capacidad de compactar diversos suelos económicamente. La configuración del terreno influye notablemente en la selección del tipo de compactador; en caminos de terracerías compensadas en que el área de los terraplenes es reducida, sobre todo en su desplante, conviene pensar en equipo de compactación autopropulsado con transmisiones que permitan avances y retrocesos muy rápidos y de dirección hidráulica.

La compactación se logra en el campo mediante máquinas que aplican cuatro tipos de fuerzas en los suelos: presión, impacto, vibración y manipulación. La presión es producto de una fuerza vertical aplicada por el compactador. Sujeto el material a la fuerza, es comprimido y, por lo tanto, aumentada su densidad. Mientras actúa esta fuerza, el material tiende a desplazarse. Algunos compactadores son más eficientes que otros al prevenir estos desplazamientos. Entre menor sea el desplazamiento del material, mayor será la eficiencia compactiva de

la fuerza aplicada. También se nota que al aplicarse la fuerza verticalmente, según avanza el compactador, se forman grietas transversales que van desapareciendo, según se densifica el material, hasta el punto en que se igualan las fuerzas compactivas y la capacidad del material para soportarla.

La compactación por impacto y vibración se logra a través de una serie de golpes. Habría que considerarlos como dos tipos de fuerzas compactivas que están íntimamente ligadas. Generalmente se estima que las fuerzas que se aplican por impacto, están en frecuencias de 50 a 600 golpes por minuto. Los compactadores vibratorios usualmente operan a frecuencias que pueden ir de 900 a 2400 vibraciones por minuto. Las fuerzas empleadas son, también, de impacto, aunque a velocidades mucho más altas.

Las fuerzas de manipulación o amasado son muy importantes en el arreglo o acomodo de las partículas de los suelos para lograr altas densidades. Esta acción de amasado se logra, principalmente, en rodillos tipo pata de cabra o de almohadillas que aplican las fuerzas alternadamente a baja o alta presión.

Actualmente, el mercado de equipo para compactación de terracerías ofrece planchas de llantas metálicas, aplanadoras de neumáticos de diversos tamaños, tambores pata de cabra, tractores con llantas metálicas segmentadas o de almohadillas, vibradores etc.

Aunque se pueden emplear en terracerías, vamos a dejar fuera de esta plática a las planchas de llanta rígida y a las aplanadoras de neumáticos, debido a que en general su rendimiento es muy bajo para trabajos de alguna importancia. Las planchas metálicas de llantas en tandem o en tricicio, afectan un espesor muy

pequeño y, en algunos materiales plásticos, tienden a encarpetar la superficie. Las aplanadoras de neumáticos, principalmente por la baja velocidad a que deben operarse, no son aplicables en trabajos de grán producción, como ya dijimos.

Esto nos deja, para escoger el equipo adecuado, un campo mas reducido, como es el de los compactadores de impacto-amasado y los de vibración.

Los compactadores de impacto-amasado dependen para efectuar un buen trabajo de su velocidad de translación. Entre más aprisa trabajen aplicarán sus patas o almohadillas, sean del dibujo que sean, mayor número de veces por minuto.

Estas máquinas son generalmente autopropulsadas logrando velocidades de 30 Km./hr. a 35 Km./hr. Hemos logrado altas producciones en la compactación de materiales del tipo de arenas cementadas con el uso de compactador de rejillas con peso de 16 ton., jalado por tractor sobre neumáticos de 250 a 300 HP. a velocidades de 25 Km./hr. a 30 Km./hr. Así, también, con el compactador de pisones jalado con equipo similar en materiales más plásticos. Este tipo de equipo tiene la limitación de que necesita, para desarrollar esas velocidades, una zona de tiro del equipo de acarreo muy extendida y de suficiente amplitud para darse vuelta sin perder demasiado su velocidad. Las llantas de los tractores pierde tracción y por lo tanto capacidad para desarrollar la velocidad conveniente si, compactando materiales plásticos, se excede la cantidad de agua, por lo que los riegos deben aplicarse, como ya dije, por personas experimentadas.

Cuando la zona de tiro está muy confinada, digamos en el tipo de caminos angostos de terracerías compensadas, hemos encontrado muy conveniente por su

alta producción, los compactadores de pisones autopropulsados, pues la alta velocidad que desarrollan junto con la habilidad para retroceder también a alta velocidad, gracias a su transmisión, le permiten trabajar sin estorbar al equipo de transporte de materiales y a las pipas del agua. La cuchilla de que están dotados también ayuda a eliminar en algunos casos equipo adicional de extendido.

También son muy útiles en los casos en que debemos disgregar los materiales previamente a su compactación. Cualquier tipo de equipo que desmenuce los materiales, esto es, que los disgregue completamente al compactarlos asegura una buena compactación pues la presencia de grumos en los materiales influye en el grado de compactación buscado.

La compactación de suelos mediante vibración se ha popularizado debido a qu los fabricantes están ofreciendo equipo autopropulsado muy maniobrable que ade más aplica una fuerza considerable. La frecuencia de vibrado de estas máquina suele andar entre 1500 y 2400 r.p.m. La densificación del material se logra de abajo hacia arriba pudiéndose compactar capas gruesas, según el material. En suelos de tipo granular son muy eficientes los compactadores vibratorios de rodillos lisos; para materiales plásticos se emplea un rodillo pata de cabra o de p sones, también vibratorio. Este tipo de compactador está dotado de tracción en el tambor que lo hace muy maniobrable en lugares de difícil acceso. Un fabrica te, Dynapac, ofrece tambores intercambiables dotando a la máquina básica de u rango muy amplio de aplicaciones.

Para tomar una decisión sobre adquisición de equipo es ineludible considera estas máquinas, pesando cuidadosamente las ventajas que ofrecen y su aprove chamiento en un trabajo determinado.

5.- Llantas

$$\frac{\text{Costo del repuesto de llantas}}{\text{horas de vida de las llantas}} = \_\_\_\_\_$$

6.- Reparaciones:

$$\frac{\text{Factor de reparación} \times \text{Precio de adquisición menos llantas}}{\text{Período de depreciación}} = \_\_\_\_\_$$

7.- Conceptos especiales = _____

8.- Salarios de operación (horario) = _____

9.- Fletes y varios (horario) = _____

Costo de operación (3 a 9) = _____

COSTO DE LA HORA MAQUINA = _____

De la comparación de los costos probables que arrojan estos cálculos, al menor de ellos debe sujetársele a otras consideraciones. Una de ellas es su transportabilidad, rápida y económica pues no debemos olvidar que se cambiará continuamente de lugar de trabajo. Otra, muy importante y en algunos casos decisiva, es la capacidad del fabricante a través de su representante de proporcionar servicio y refacciones. La disponibilidad de la máquina es vital para la ejecución de los trabajos económicamente y dentro de los plazos estipulados y para esto es fundamental contar con los repuestos de las piezas que se desgasten. Se afina aún más el cuadro general tomando en cuenta factores como inversión y financiamiento.

La decisión final es el resultado de las consideraciones que se han mencionado, aunque hay otra muy importante que es el número de máquinas que se deben adquirir, esto es, una sola capaz de ejecutar el trabajo programado o bién dos o mas que juntas produzcan lo mismo. Tomando en cuenta la cuantía de los trabajos que usualmente se ofrecen en la construcción de caminos, vale la pena pensar en la flexibilidad que proporciona el contar con máquinas mas chicas que separadas nos pueden permitir la posibilidad de llevar a cabo en el futuro trabajos diferentes mas pequeños, económicamente.

México, D. F., a 7 de marzo de 1974.

Las consideraciones que solemos hacer para decidir qué máquina compactadora
onviene adquirir, se inician por la determinación de producciones esperadas para
n trabajo determinado. Del plazo de ejecución depende el número de unidades de
arga y acarreo de los materiales que debemos emplear; el número de ellas nos da-
la producción diaria y horaria, o sea, el volumen de terracerías que estamos
bligados a compactar.

Desde luego, contamos con la información de los materiales de que se trata.
on estos datos iniciales determinamos qué número de máquinas son capaces de
esarrollar el trabajo y qué ayuda de equipo adicional es necesario; para esto es
ndamental la experiencia y la observación detallada y prolongada del equipo en
estión en donde éste se haya empleado. Con los precios de adquisición y
os datos de fabricante y del lugar donde se usarán, se calculan los costos ho-
ios de cada tipo de máquina. El costo comparativo será el que nos indique la
lación costo horario rendimiento esperado.

Algunos compactadores tienen, como herramienta auxiliar, una cuchilla topa-
ra para extender, acercar o retirar los materiales en el lugar en que se compac-
án; por lo tanto, al efectuar la comparación de costo entre éste y otro que no
ponga de cuchilla topadora, debemos agregarle el costo horario de otra máqui-
(tractor o motoconformadora), que cumpla con la misma función.

Una de tantas formas de calcular el costo horario de una máquina es la que se
estra a continuación.

cio de adquisición de la máquina y sus
ecorios _____ _____

Menos:

Costo total del repuesto de las llantas _____

Valor de rescate _____

Valor neto de depreciación _____

VALOR DE TENENCIA

1.- Depreciación: $\frac{\text{Valor neto de depreciación}}{\text{Período de depreciación en horas}}$ = _____

2.- Intereses y seguro

Tasa anual: Intereses _____%

Seguro _____%

Uso anual supuesto _____hr.

$\frac{\text{Factor x precio de adquisición}}{\text{horas/año}}$ = _____

Costo de tenencia 1 + 2 = _____

COSTO DE OPERACION

3.- Combustible:

Consumo horario _____lt. x costo unitario $_____ = _____

4.- Lubricantes, grasas y filtros:

Motor: consumo horario ____lt. x costo unitario $_____ = _____

Transmisión " " " = _____

Mandos: " " " = _____

Hidráulico: " " " = _____

Grasa " " " = _____

Filtros " " " = _____

Lubricantes, filtros y grasas (subtotal) = _____

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M

CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

TEMA: BASES Y SUB-BASES

PROFESOR: ING. ALFREDO GUERRA GUAJARDO

México, D. F., a 26 de marzo de 1974.

Centro de Educación Continua
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
Alfredo Guerra Guajardo
18:30, 26/3/74

SUBBASES Y BASES

Nuestro objetivo aquí, es señalar los procedimientos de construcción más apropiados, en México, para la elaboración, transportación, tendido, afinamiento y compactación de subbases y bases.

La obtención y tratamiento de los ingredientes pétreos que se utilizan en la construcción de las subbases y bases, son abordados por otros expositores dentro de este mismo curso.

Desde el punto de vista de procedimientos de construcción, es indistinto referirse a la subbase o a la base, pues las máquinas usadas para construír una y otra, en sus diferentes fases, son las mismas.

Definiremos como subbase y base a las capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante, cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitirlas a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.

En nuestro país, las subbases y bases están constituidas por un material seleccionado mezclado con cementante natural y agua, con cemento y agua, con cal y agua, con emulsión asfáltica o con asfalto fluxado; siendo las más usuales, las elaboradas con cementante natural y las elaboradas con emulsión asfáltica.

Algunas veces, los pavimentos se diseñan con una capa de concreto asfáltico, elaborado en planta, a la que se le llama base por construirse en todo el ancho de la corona, y por no usarse como superficie de rodamiento. Este caso especial no lo referiremos aquí, porque el tema de carpetas asfálticas elaboradas en planta lo incluye, y será tratado por otros ponentes.

Elaboración

En México, en la mayoría de los casos, el mezclado de subbases y bases se hace por medio del sistema obsoleto de motoconformadora. Nosotros, desde hace más de diez años, realizamos el mezclado de subbases y bases por medio de plantas mezcladoras de subbase y base.

Todos los tipos de subbase y base, exceptuando las elaboradas con un material seleccionado y asfalto fluxado, resulta muy conveniente procesarlas en plantas mezcladoras.

Estas plantas mezcladoras son del tipo volumétrico y constan de lo siguiente: ali-

mentador(es), desgrumador del cementante, unidad mezcladora de dos flechas y paletas, y dos bombas de gasto variable, una para usarse con agua para el caso de subbases y bases que requieran agua, y otra para usarse con emulsión asfáltica para el caso de subbases y bases que requieran este producto.

La opción más importante que debe analizarse, después de haber determinado la capacidad de la planta mezcladora por adquirir, es la selección del tipo de alimentador(es).

Exc... endo la alimentación de cemento y cal, que siempre debe hacerse con tornillo sinfín, en una planta mezcladora, se puede considerar la utilización de cualquiera de los tres alimentadores que se mencionan a continuación.

1.- Alimentador de banda de velocidad variable -el más exacto de los tres-, se utiliza para alimentar materiales finos o muy finos en volumen de regular cuantía. El volumen de material se regula por medio de ajuste de la compuerta de entrada y/o por medio de la velocidad de la banda.

2.- Alimentador de mandil -el de más alto costo de los tres-, se utiliza donde se requiera soportar cargas por impacto y donde se requiera alimentar materiales gruesos y abrasivos en volumen de gran cuantía. El volumen de material se regula por medio de ajuste de la compuerta.

3.- Alimentador de plato recíprocante -el de más bajo costo de los tres-, se utiliza para alimentar materiales de todos tamaños y húmedos, en volúmenes que pueden ser de gran cuantía. El volumen se regula por medio de ajuste de la compuerta y/o por medio de la mayor o menor longitud del brazo del excéntrico y/o por medio de la velocidad.

Podría ser que para un mismo caso, cupiera la posibilidad de escoger más de un tipo de alimentador.

A continuación exhibiremos una película y haremos las explicaciones necesarias para aclarar los conceptos antes expresados.

La construcción de subbases y bases por medio de planta mezcladora, tiene las siguientes ventajas sobre el procedimiento de mezclado por medio de motoconformadora:

1.- Proporcionamiento volumétrico exacto.
2.- Homogeneidad de la mezcla.
3.- Ahorro, cuidando de no incurrir en acarreos hacia atrás.
4.- Menor interrupción al tránsito.
5.- Mejor utilización del equipo de compactación.
6.- Menores perjuicios por causa de lluvia.
7.- Mejor control general de la obra.

Seguidamente, hago una valuación de los elementos del costo que varían usando, por un lado, el procedimiento de mezclar con motoconformadora y, por otro, el de mezclar con planta mezcladora. Como el objeto de este estudio es comparativo, los costos que aquí se consignan, no incluyen los incrementos que se han venido resintiendo desde el año pasado.

Motoconformadora

1.- Revoltura tendido y afinado
motoconformadora 12; $ 156.09/hr.
producción 30 m3./hr.

$$\frac{\$\ 156.09\ /hr.}{30\ m3./hr.} = \$\ 5.20\ /m3.$$

2.- Agua

$ 10.00/m3. agua x 200 lt. agua/m3. = $ 2.00 /m3.

1.- $ 5.20 /m3.
2.- 2.00

$ 7.20 /m3.

Planta mezcladora de subbase y base

1.- Elaboración de la mezcla en planta

tractor D7, 7U, 7	$ 230.67 /hr.
planta mezcladora de subbase y base	235.93
alimentador de banda de 24"	19.65
disgregador de grumos	11.12
planta de luz de 75 Kw	41.62
pipa de agua de 6000 lt.	152.13
tunel de tubo	18.00
	$ 709.12 /hr.

producción 200 m3. sueltos/hr.

$$\frac{\$\ 709.12\ /hr.\ x\ 1.35}{200\ m3./hr.} = \$\ 4.79\ /m3.$$

2.- Extracción del agua $ 1.00/m3.agua

$ 1.00/m3.agua x 150 lt./m3. = $ 0.15 /m3.

3.- Tendido y afinado
motoconformadora 14 $ 187.39 /hr.
producción 80 m3./hr.

$$\frac{\$\ 187.39\ /hr.}{80\ m3./hr.} = \$\ 2.34\ /m3.$$

4.- Agua para compactación
Extracción y acarreo del agua $ 10.00 /m3.agua.

$ 10.00/m3. agua x 50 lt./m3. = $ 0.50 /m3.

1.- $ 4.79 /m3.
2.- 0.15
3.- 2.34
4.- 0.50

$ 7.77 /m3.

Este aparente encarecimiento del $\frac{\$\ 7.77/m3. - \$\ 7.20/m3.}{\$\ 7.20\ /m3.} = 7.9\%$ usando el procedimiento de mezclado en planta contra mezclado con motoconformadora, es absorbido con márgen, por los ahorros que se obtienen como consecuencia de las ventajas 5, 6 y 7 antes señaladas. Para que realmente exista un ahorro global, es indispensable que la producción se organice en forma rutinaria y masiva.

Transportación

Una vez elaborada la mezcla, los camiones de volteo son cargados por gravedad mediante la apertura de las compuertas de la tolva.

En la obra de pavimentación correspondiente a la película que acabamos de ver, se ha requerido un total de 300 camiones de volteo que transportan los materiales en "greña", o los materiales que no necesitan ser procesados, o los materiales procesados tanto en la planta mezcladora de subbase y base, que tiene una capacidad de 600 ton./hr., como en la planta para la elaboración de concreto asfáltico con capacidad de 3000 libras/pesada. Para agilizar los pagos, evitar errores y tener mejor control, calculamos los fletes por medio de computadora e, inclusive, en algunas ocasiones, pagamos por unidad de peso mediante la instalación de básculas de piso.

Es obvio que si por alguna circunstancia no se contara con el crecido número de camiones necesarios, el trabajo se encarecería extraordinariamente.

Sería absurdo pensar en adquirir camiones de volteo para satisfacer las demandas que se requieren en trabajos como éste. La inversión sería muy alta y el control de los camiones, prácticamente imposible.

También sería absurdo pensar en utilizar camiones de volteo de eje tandem o camiones tipo trailer, porque nuestros caminos son angostos y no están diseñados para soportar esta clase de cargas con la frecuencia con que se presentan en una obra de este tipo.

Tendido

El tendido de la subbase y la base, lo hemos hecho utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos:

1.- Por medio de un tractor de orugas de 100 HP aproximadamente, que empuja un cajón extendedor diseñado para este tipo de trabajo.

2.- Por medio de una extendedora de carpeta asfáltica (finisher) debidamente equipada para extender grandes espesores. Este procedimiento, nos ha da-

...o en la reconstrucción de caminos que están en operación. ...aste de la máquina y que el uso de la motoconformadora no se ...mina totalmente, hacen que este procedimiento resulte caro, aunque por otro lado, se reduce la eventualidad de camellones saturados por lluvias imprevistas, y el equipo de compactación trabaja muy eficientemente. Este tipo de tendido, no debe usarse en el caso de mezclas asfálticas en frío.

3.- Por el método tradicional, usando motoconformadora estandar. Este es el procedimiento más barato y el que se adapta mejor a la mayoría de los casos.

4.- Por medio de una máquina afinadora extendedora que con su sistema electrónico permite aproximaciones de 3mm. Los alineamientos verticales y horizontales de diseño, el ancho de la corona y la existencia de tránsito, hacen que la aplicación de esta máquina en nuestras carreteras, sea impráctica. En cambio, en aeropuertos la hemos usado con muy buenos resultados.

Existe un quinto procedimiento que nosotros no hemos experimentado pero sí estudiado.

5.- Por medio de la utilización de una motoconformadora pesada, controlada electrónicamente. Esta máquina resulta, en nuestro país, más cara por concepto de adquisición, que la máquina afinadora extendedora mencionada en el párrafo anterior. Su alto costo, su operación complicada y la existencia de tránsito, hacen que también sea impráctica su aplicación en nuestras carreteras.

Afinamiento

Con el método tradicional No. 3 de utilizar motoconformadora estandar para el tendido y afinamiento de subbases y bases, se obtiene un pavimento que no se ajusta a todo lo estipulado en los incisos 51-04.7 y 53-04.15 de las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas.

La única posibilidad de cumplir íntegramente con estos incisos, sería, si se pudiera, utilizando cualquiera de los dos procedimientos electrónicos para tendido y afinamiento (4 y 5) que antes mencionamos.

Considero que para carreteras, debían modificarse las Especificaciones en lo concerniente a las tolerancias geométricas de terracerías, subbases y bases de tal manera, que éstas pudieran cumplirse haciendo un trabajo bien hecho con motoconformadora estándar.

A continuación exhibiremos dos películas, la primera, referente al tendido y afinamiento con motoconformadora, y la segunda, referente a la operación en aeropuertos de la máquina afinadora extendedora electrónica.

Compactación

La compactación de subbases y bases, ha tenido una evolución muy importante en los últimos años con la introducción de compactadores vibratorios autopropulsados.

Para compactar la producción de la planta mezcladora de subbase y base, que hemos visto en la película, requeríamos antes, de una aplanadora de tres ruedas, dos

compactadores neumáticos y un rodillo vibratorio de tirón; actualmente, sólo requerimos de un compactador vibratorio autopropulsado y de un compactador neumático autopropulsado de 11 ton. con llantas de 90 psi. Este compactador neumático se utiliza no por incapacidad del compactador vibratorio, sino porque éste no puede orillarse lo suficiente. El compactador vibratorio autopropulsado cuenta con la suficiente tracción para compactar espesores hasta de 25 cm., lo que hace que el número de capas de pavimento se reduzcan.

El costo de compactación de subbases y bases, sin la utilización de compactadores vibratorios autopropulsados, resulta como sigue:

4 hr. aplanadora de 3 ruedas VM31;	$ 118.75/hr.	$ 475.00
8 hr. tractor Ford 5000;	$ 61.08/hr.	488.64
8 hr. compactador vibratorio CH33;	$ 44.05/hr.	352.40
20 hr. compactador neumático SP54BD;	$ 76.95/hr.	1,539.00
		$ 2,855.04

producción 1250 m3.

$$\frac{\$\ 2,855.04}{1250\ m3.} = \$\ 2.28/m3.$$

El costo de compactación de subbases y bases utilizando compactadores vibratorios autopropulsados, resulta como sigue:

compactador vibratorio CA25A llantas tracción	$ 153.25/hr.
compactador neumático SP54BD	76.95
	$ 230.20/hr.

$$\frac{\$\ 230.20/hr.\ \times\ 1.35}{200\ m3./hr.} = \$\ 1.55/m3.$$

Como se verá, actualmente se compacta a un costo equivalente a $\frac{\$\ 1.55/m3}{\$\ 2.28/m3.} = 68\%$ del costo anterior.

Como el objeto de este estudio es comparativo, los costos que aquí se consignan, no incluyen los incrementos que se han venido resintiendo desde el año pasado.

Señalamos como ventajas principales de este nuevo método de compactación las siguientes:

1.- Ahorro
2.- Menor interrupción al tránsito.
3.- Estandarización de equipo para compactar tanto subbases y bases como carpetas asfálticas.

A continuación veremos la película referente a este capítulo de compactación.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ELABORACION, TENDIDO Y COMPACTACION DE MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO.

Ing. Emilio Gil Valdivia

México, D.F. Agosto de 1974

T E M A R I O

OBJETIVOS

PARTE PRIMERA

MATERIALES 1

MEZCLAS ASFALTICAS 3

PLANTA DE PRODUCCION DISCONTINUA 6

CALIBRACION DE LA PLANTA 9

TRANSPORTE DE LA MEZCLA 22

TENDIDO Y COMPACTACION. 22

CONTROL DE CALIDAD 25

ESPECIFICACIONES 29

PARTE SEGUNDA

PLANTADEPRODUCCION CONTINUA 1

CALIBRACION DE LA PLANTA 3

MUESTREO 5

ANALISIS DE LAS MUESTRAS 6

AJUSTE DE LA PRODUCCION DE LA PLANTA 7

BIBLIOGRAFIA.

OBJETIVOS: Se pretende que al término de esta plática, el alumno sea capaz de describir los diferentes - tipos de plantas para elaboración de concreto-asfáltico y su funcionamiento. Asimismo pueda identificar los diferentes tipos de mezclas asfálticas y pueda detallar cada una de las eta-- pas de su construcción.

Con los datos que se le proporcionaran deberá- efectuar la calibración teórica de una planta para elaboración de concreto asfáltico. El mejor trabajo será aquél que se apegue más al proyecto, cumpla con las tolerancias especificadas y logre una mayor eficiencia de la planta.

I. MATERIALES:

Los materiales empleados para la elaboración de mezclas asfálticas son principalmente pétreos, asfaltos o aglutinantes y en algunos casos es - necesario agregar a estos un filler y/o aditivos.

I.1. Los materiales pétreos se clasifican en:

a) Materiales naturales que requieran uno o varios de los tratamien- tos indicados a continuación:

Disgregación, cribado, trituración y lavado.

b) Mezclas de dos o más materiales del grupo anterior.

Para determinar el tratamiento que se le debe dar a los materiales pétreos es necesario conocer sus características naturales en el banco, como son: granulometría, plasticidad, afinidad con los asfaltos, desgaste.

Una vez determinadas estas características el siguiente paso será el o - los tratamientos necesarios para obtener el material apropiado para elaborar la mezcla; si el material presenta una plasticidad alta, será necesa-- rio lavarlos a fín de eliminarle los finos perjudiciales. Si el material no cumple con la prueba de desgaste, no deberá usarse, ya que con el paso del equipo de compactación puede sufrir degradación con lo que quedarían partículas nuevas sin cubrir con asfalto o sueltas, lo que provocaría desprendimientos.

Con respecto a la afinidad con el asfalto, si es que en su estado natural ésta no es buena, se puede mejorar: por lavado, con la trituración o con el empleo de aditivos.

De su granulometría o composición granulométrica en su estado natural se podrá determinar la necesidad de cribado o trituración.

La composición granulométrica es la determinación por el procedimiento de cribado de los tamaños de las partículas que forman el material. Consiste en separar las partículas de material tamizándolo a través de una sucesión de mallas de abertura cuadrada y en pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, relacionándolas como porcentajes de la muestra total.

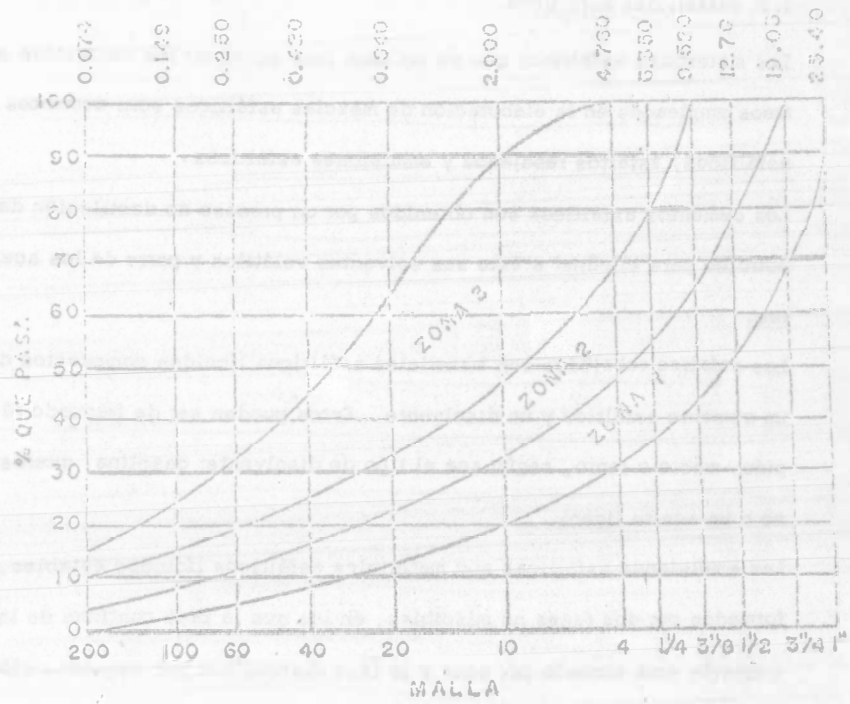
La composición granulométrica representa gráfica o numéricamente la distribución de los diferentes tamaños de las partículas que componen el material. Se acostumbra representar la composición granulométrica por medio de una curva dibujada en una gráfica que tenga por abscisas, a escala logarítmica, las aberturas de las mallas y por ordenadas los porcentajes de material que pasa por dichas mallas a escala aritmética.

Ver ejemplo de gráfica de curva granulométrica.

En términos generales puede decirse que la mayor estabilidad de un material se alcanza cuando se reduce al mínimo la cantidad de vacíos y para que esto pueda lograrse, se requiere una sucesión adecuada de tamaños que permita que los huecos dejados por las partículas mayores sean ocupados por partículas de menor tamaño y que a la vez, en los huecos que dejen estas últimas se acomoden partículas más finas y así sucesivamente. Es pertinente dejar claro, que la determinación de los tamaños por medio de cribas, dá idea de estos en sólo dos dimensiones, por lo que un material cuyas partículas afecten las formas de placas o de agujas puede presentar una gran cantidad de vacíos aún cuando su curva —

2-A

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA

LAMINA N° 1

granulométrica indique una sucesión adecuada de tamaños. Así mismo, - cuando se presenten variaciones de consideración en la densidad de las - partículas de diferentes tamaños, la curva granulométrica no dará una -- idea correcta de la sucesión de tamaños, en este caso sería indispensa— ble hacer la corrección para convertir los porcentajes expresados en peso a porcentajes expresados en volúmen.

I.2. Materiales asfálticos.

Los materiales asfálticos que se utilizan para aglutinar los materiales pétreos empleados en la elaboración de mezclas asfálticas son: cementos - asfálticos, asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas.

Los cementos asfálticos son obtenidos por un proceso de destilación del petróleo para eliminar a éste sus solventes volátiles y parte de los aceites.

Los asfaltos rebajados son materiales asfálticos líquidos compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente. Estos pueden ser de fraguado rápido, medio o lento, según sea el tipo de disolvente; gasolina, querose no o un aceite ligero.

Las emulsiones asfálticas son materiales asfálticos líquidos estables, - formados por dos fases no miscibles, en los que la fase contínua de la- emulsión está formada por agua y la fase discontínua por pequeños glóbulos de asfalto. Las emulsiones asfálticas pueden ser aniónicas si — los glóbulos de asfalto tienen carga electronegativa o pueden ser catiónicas si los glóbulos de asfalto tienen carga electropositiva. Además - pueden ser de rompimiento rápido, medio o lento.

II. MEZCLAS ASFALTICAS:

Una mezcla asfáltica es el producto obtenido mediante la incorporación

y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo. De acuerdo con sus características y condiciones de uso se recomienda que se — elaboren con los materiales asfálticos que se fijan en el siguiente cuadro.

MATERIAL ASFALTICO	EMPLEO RECOMENDABLE EN LA CONSTRUCCION DE CARPETAS Y SOBRECARPETAS.	
	PARA CARRETERAS Tránsito diario en ambos sentidos en vehículos pesados.	PARA AEROPISTAS Aviones con peso total en Tons.
Cemento asfáltico	Más de 1,000	Más de 10
Asfalto rebajado	1,000 Max	20 Max
Emulsión asfáltica	1,000 Max	20 Max

Las mezclas asfálticas en cuanto a su procedimiento de elaboración se pueden clasificar en mezclas en frío y mezclas en caliente.

II.1. Mezclas en Frío.

Las mezclas en frío pueden ser:

Mezclada en el lugar

Mezclada en dosificadora

En este tipo de mezclas el material asfáltico empleado es un asfalto rebajado o una emulsión asfáltica.

Los asfaltos rebajados se recomiendan para climas secos o cuando se cuenta con el material pétreo con una húmedad menor que la de absorción; ya - que si no es así implicaría un proceso de secado, del material pétreo, previo a la incorporación del asfalto rebajado.

El asfalto rebajado que se usa comúnmente en estas mezclas es del tipo - FR-3.

Las emulsiones asfálticas se recomiendan para climas húmedos o cuando es difícil obtener material pétreo con una humedad menor que la de - absorción. Ejemplo materiales hidrófilos.

El tipo de emulsión que se usa generalmente para la elaboración de mezclas és de rompimiento lento.

En la elaboración de las mezclas frías, la operación de mezclado puede hacerse en planta estacionaria o viajera, pero la mayor parte de las veces se emplea al sistema de mezclado en el lugar con motoconformadora, para lo cual se "acamellona" el material pétreo, se cubica y conocido - su volúmen, se extiende con motoconformadora, se le aplican la cantidad de asfalto necesaria por medio de una petrolizadora en tres o cuatro riegos, procediendo inmediatamente a revolver el material utilizando motoconformadora para homogeneizar la mezcla y provocar la pérdida de -- solventes. Este proceso toma de 20 a 30 horas de mezclado, según las condiciones atmosféricas, para un volúmen de unos 200 m3. de mezcla; después de esto cuando la mezcla tenga la cantidad mínima de solventes se procede al tendido con motoconformadora y compactación, para - lo cual se usan rodillos lisos tandem de 6 a 8 tons. y después compactadores neumáticos con peso de 4 a 6 tons. hasta alcanzar la compactación del 95%.

II.2. Mezclas en Caliente.

Este tipo de mezclas es elaborado en planta, la que puede ser de funcionamiento contínuo o discontínuo. La diferencia como su nombre lo indica es que mientras en una la alimentación de la mezcladora es en forma contínua en la última ésta alimentación se hace por pesadas.

La carpeta asfáltica elaborada en planta y con cemento asfáltico, es la de mejor calidad y la más costosa de las comunmente usadas en -- nuestro país, debido a lo cual es indispensable que la elaboración y el tendido se efectúen con el cuidado necesario a fin de obtener la calidad que debe corresponder a la inversión que se hace.

El elaborar concreto asfáltico en planta, sea ésta de tipo contínuo o - discontínuo, permite lograr una mezcla con características casi exactas a las previstas en el proyecto, por lo que es absolutamente necesario que las personas que intervienen tanto en el proyecto como en = la elaboración, tendido y supervisión, conozcan perfectamente el funcionamiento, posibilidades y limitaciones de la planta que se use.

PLANTA DE TIPO DISCONTINUO.

Este tipo de planta es el más común en la actualidad en nuestro país. También se le llama Planta de "Bachas". Puede ser de muy variadas- capacidades, pero las más usuales son las de 2,000 y 4,000 lbs. por "bacha".

La planta de tipo discontinuo, está compuesta de varios elementos -- principales, como se puede ver en el esquema:

El funcionamiento de la planta y sus distintos elementos es el siguiente (numerados conforme el esquema):

6-A

1-7—Instalación mezcladora continua

— 142 —

El material procedente del almacén se alimenta a la planta por medio de tractor o cargador, depositándose en las tolvas para material frío (1), - por lo general son cuatro tolvas, dispuestas para alimentar material pétreo de distintos tamaños. Estas tolvas están equipadas, en su descarga, con compuertas ajustables para regular la caída del material al alimentador de fríos (2), (el cual puede ser de banda o de vaivén), por lo que es posible dosificar el material pétreo frío, para que caiga al depósito (3) con una primera graduación granulométrica. De este depósito- es llevado por el elevador de cangilones (4), hasta la tolva de entrada del secador (5), en esta parte se encuentra una rejilla para impedir la entrada de objetos mayores al tamaño fijado. Al entrar el material al secador (7), el polvo (6), y puede ser reincorporado, en caso necesario, en el recipiente (8), en donde se une al material que sale del secador. De allí es llevado por un segundo elevador de cangilones (9), hasta las cribas vibratorias (10), para ser separado por tamaños depositándose en las tolvas de material caliente (11), por las compuertas- de estas tolvas se extrae de cada una la cantidad en peso que fija la- granulometría de proyecto, valiéndose del recipiente pesador (12), y- adicionando por la válvula (13), el cemento asfáltico caliente. Los - materiales ya dosificados, así como el cemento asfáltico pasan al -- mezclador (14), en donde se homogeniza la mezcla y se descarga el- camión que la ha de transportar.

Esto es en una muy breve síntesis, del funcionamiento de una planta de tipo discontinuo.

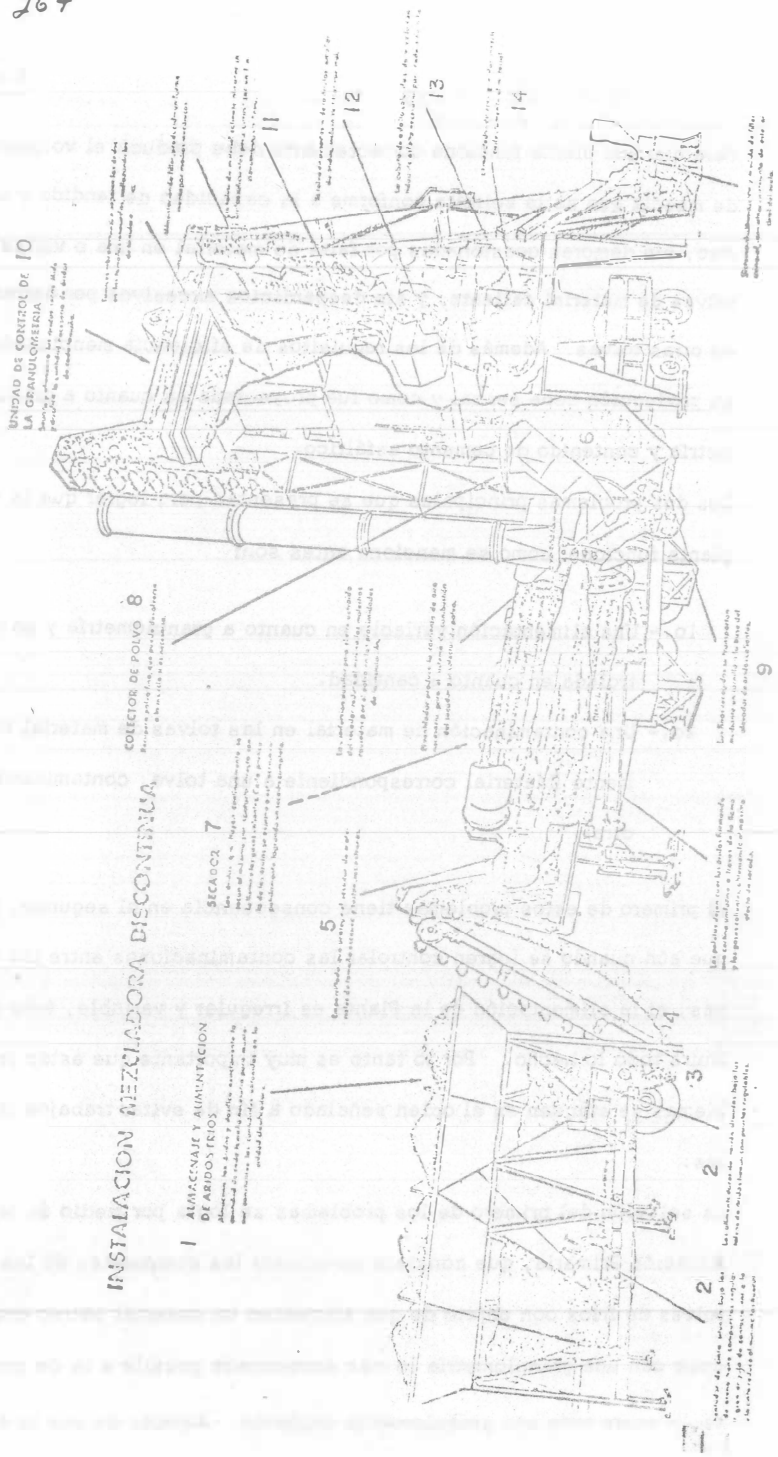


Figura VI-6.—Instalación mezcladora discontínua

— 141 —

Ahora bien, para lograr que la producción de una planta sea realmente la requerida por el proyecto, es absolutamente necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

a) Que el funcionamiento mecánico de la planta sea correcto.

b) Que el material pétreo que se alimente al secador sea uniforme en su granulometría y contenga los tamaños básicos necesarios para formar la curva granulométrica de proyecto.

c) Conocer y corregir la contaminación en las tolvas de material caliente.

Para que el primero de los requisitos se cumpla, es necesario efectuar primero una revisión general de la instalación haciendo hincapié en todos los elementos de la planta que fácilmente pueden fallar, y hacer fallar la producción, para ello, lo mejor es hacer un recorrido, primero siguiendo todos los pasos del material pétreo, desde la alimentación de las tolvas de material frío, hasta la descarga final, y en seguida siguiendo todos los pasos del cemento asfáltico, desde su descarga en el almacenamiento de la instalación hasta la descarga final de mezcla.

Los principales puntos de falla probable son los siguientes:

Las compuertas ajustables de las tolvas de materiales fríos.

El alimentador de fríos (de banda o vaivén).

El secador (inclinación y carburación adecuadas).

Las cribas vibratorias (comprobar si no hay fugas por rotura, si el vibrador tiene los contrapesos adecuados, si la inclinación es correcta y si son de las dimensiones requeridas).

Compuertas de las tolvas de material caliente (Deben cerrar perfectamente, sin fugas, sobre todo las de materiales finos).

Básculas (Debe comprobarse por medio de pesos conocidos si las lecturas son correctas).

Depósitos y tuberías de calentamiento de cemento asfáltico (si el calentamiento es por vapor o aceite, no debe haber fugas que contaminen el cemento asfáltico).

Válvula de descarga del Cemento Asfáltico (Debe cerrar perfectamente, sin derrames).

Mezclador (Debe cerrar la compuerta sin derramar, y tener las paletas en buen estado).

Los puntos fijados sólo son una guía de lo que debe comprobarse, sin embargo puede haber fallas en otras partes, como entradas de grasa de lubricación en el mezclador, fallas en los cangilones de los elevadores, fallas en los pirómetros, etc. Por lo tanto debe hacerse una inspección detallada.

Para que se cumplan los otros dos requisitos, que se refieren al material pétreo, es necesario llevar a cabo la Calibración de la Planta, la cual puede separarse en dos fases:

Calibración primaria o de aproximación.

Ajuste definitivo

Para que una planta funcione correctamente debe producir el volúmen de mezcla que se le solicite conforme a la capacidad de tendido y acarreo, sin demoras ocasionadas por falta de material en una o varias tolvas de material caliente, y sin desperdicios excesivos por derrames en otras tolvas. Además de los requisitos de eficiencia mencionados, su producción debe ser tal y como fué proyectada en cuanto a granulometría y contenido de cemento asfáltico.

Los dos problemas principales que se presentan para lograr que la planta funcione como se menciona antes son:

1o.- Una alimentación variable en cuanto a granulometría y no controlada en cuanto a cantidad.

2o.- Una contaminación de material en las tolvas de material caliente (Material correspondiente a una tolva, contaminando otra).

El primero de estos problemas tiene consecuencia en el segundo, ya que aún cuando se logren controlar las contaminaciones entre las tolvas, si la alimentación de la Planta es irregular y variable, ésto destruirá todo lo hecho. Por lo tanto es muy importante que estos problemas se ataquen en el orden señalado a fín de evitar trabajos inútiles.

La solución del primero de los problemas se logra por medio de la Calibración Primaria, que consiste en ajustar las compuertas de las tolvas de fríos con objeto de que alimenten un material pétreo dosificado con una granulometría lo más aproximada posible a la de proyecto, y sobre todo una granulometría uniforme. Además de que la ali--

mentación debe ser la adecuada para satisfacer la demanda de produc-- ción, en cuanto a volúmen. Para lograr lo anterior hay que proceder como sigue:

Primero deberá determinarse el volúmen de mezcla que se requiere de la planta, lo cual depende del equipo de tendido y compactación, así como del equipo de acarreo disponible ya que estos factores determinan - el volúmen de producción que se requiera de la Planta (dado en Kg/min)

Por lo general una planta trabajada correctamente, es capaz de elaborar dos bachas por minuto, obteniéndose un mezclado satisfactorio, sin embargo debe comprobarse en cada caso, el tiempo necesario para obtener una bacha bien mezclada, y tomar en cuenta los tiempos necesarios para cargar los camiones.

Una vez conocida la cantidad de mezcla por minuto que se va a producir, deberá calcularse la cantidad de material pétreo necesario por minuto. Así, por ejemplo, si se van a producir 1,800 kg/min. de mezcla, y el proyecto señaló un 5% de cemento asfáltico, el material pétreo necesario por minuto será:

$$\frac{1800}{1.05} = 1715 \text{ kg/min.}$$

Por lo tanto, la alimentación a la salida de las tolvas de fríos deberá - ser de 1715 kg/min a fin de que la planta trabaje eficientemente. Pero hay que tomar en cuenta que además de la cantidad de material pétreo, este debe alimentarse con una cierta granulometría (la de proyecto) y mante

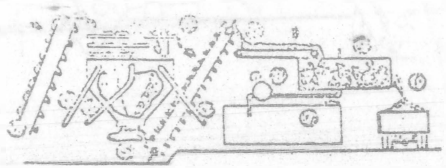


Figura No. 14

C.- PLANTA DE MEZCLADO CONTINUO.

A-10.- Continuación del elevador de calientes.
1.- Cama de Cribas.
2.- Tolva para los agregados calientes.
3.- Tubos vertedores de sobrantes.
4.- Rechazo de tamaños mayores.
5.- Alimentador de agregados proporcionados (tipo de correa de transmisión).
6.- Colector elevador de agregado al sistema de mezclado.
7.- Tanque de almacenamiento de asfalto.
8.- Bomba para el asfalto, motor y sistema de alimentación.
9.- Mezclador amasador.
10.- Mezcla completa que se descarga en los camiones.

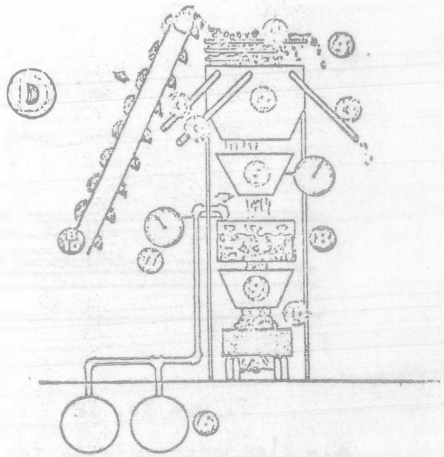


Figura No. 15

PLANTA DE MEZCLADO DISCONTINUO (Tipo de Bachas)

D.- Planta mezcladora de bachas.
B 10.- Elevador caliente.
1.- Cama de cribas.
2.- Tolvas de agregados calientes.
3.- Tubos vertedores de sobrantes.
4.- Rechazo de tamaños mayores.
5.- Cajón de medida del agregado de la bacha (tipo de pesada.
6.- Tanque de almacenamiento de asfalto.
7.- Sistema de medida del asfalto para la bacha (tipo de - pesada).
8.- Mezclador amasador.
9.- Tolva de descarga de la mezcla asfáltica.
10.- La mezcla terminada se descarga en los

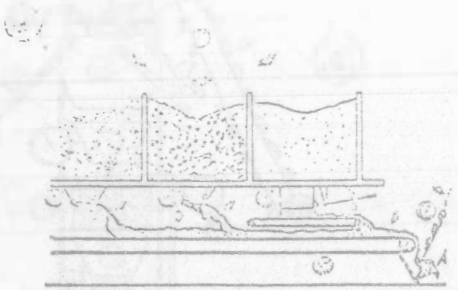


Figura No. 12

A.- Almacenamiento de los Agregados y Sección del Alimentador Frío.

1.- Almacenamiento de los Agregados en tolvas o depósitos de abastecimiento sobre el Túnel.

2.- Alimentador de los Agregados Gruesos (tipo de gravedad).

3.- Alimentador de los Agregados Medianos (tipo de gravedad).

4.- Alimentador de los Agregados Finos (tipo de correa de transmisión).

5.- Principal Colector de Agregados (tipo de correa de transmisión).

6.- Elevador de Fríos.

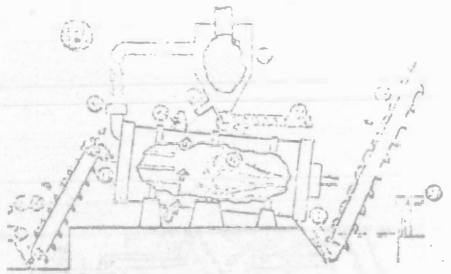


Figura No. 13

B.- Sección del Secador y del Colector de Polvo.

A6.- Elevador de Fríos.

1.- Extremo del Cargador del Secador.

2.- Secador Rotativo.

3.- Abanico que Desarrolla la Succión.

4.- Colector de Polvo (ciclón).

5.- Compuerta Ajustable del Control del Vertedor de Polvo.

6.- Vertedor del Exceso de Polvo.

7.- Retorno Uniforme del Polvo al Elevador de Calientes.

8.- Quemador y Extremo de Descarga del Secador.

9.- Aparato Indicador de Temperaturas.

10.- Elevador de Calientes.

nerse ésta uniforme durante toda la producción, para ello, se separan los materiales de alimentación en distintos tamaños (todas las plantas tienen tres o cuatro tolvas de fríos), debiendo ser en un mínimo de dos, pero debe tenerse en cuenta que mientras mayor sea el número de tamaños en que se haga la separación, mejores resultados se obtendrán Como se decía antes, el mínimo de tamaños en que se separe el material de alimentación serán dos: Material retenido en malla 1/4" y material que pasa malla de 1/4", al separarse los materiales y ser almacenados en tolvas distintas, permiten efectuar la dosificación primaria conforme a la curva de proyecto, regulando la compuerta de cada tolva, de tal modo que alimenten los distintos tamaños en la proporción debida El ajuste de las aberturas de las compuertas, se lleva a cabo inicialmente en forma teórica, calculándose matemáticamente; pero como para esto es necesario suponer una eficiencia determinada, por lo general se procede a hacer una corrección a la abertura obtenida por la fórmula, en forma práctica comprobando la granulometría y ajustando hasta obtener lo deseado, ya que el ajuste definitivo se hará posteriormente en las tolvas de material caliente El cálculo de la abertura de una tolva se efectúa por medio de las fórmulas: Para alimentador de banda:

$$H = \frac{G}{S.V.\rho_v \cdot E.}$$

Para alimentador tipo vaivén o alternativo:

$$H = \frac{G}{B.N.C.Pv.E.}$$

en donde:

G = Gasto de la Tolva en Kg/min.

B = Ancho de la compuerta en Mts.

H = Altura de la compuerta en Mts.

V = Velocidad de la banda en Mts./min.

Pv = Peso Volumétrico del material en Kg/M3.

E = Eficiencia

N = Número de carreras por minuto del alimentador

C = Carrera del alimentador en metros.

El Gasto se determina conforme á la curva granulométrica de proyecto y la cantidad de material pétreo por minuto necesario. Por ejemplo, suponiendo que la cantidad necesaria de material pétreo por minuto sea 1715 Kg./min., y que la curva granulométrica exige un 45% de material que pasa la malla de 1/4" entonces, para calcular la apertura de la compuerta de la tolva que contiene dicho material, primero se calculará el Gasto:

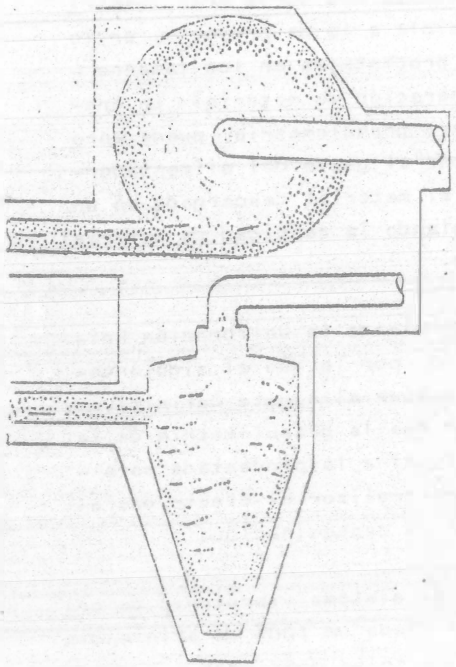
$$G = 1715 \times 0.45 = 771.75 \text{ Kg./min.}$$

Este será el Gasto para la tolva que se trata. Los otros datos son medidos directamente en la planta y el Pv se determina con el material usado.

Una vez calculada la abertura para cada tolva, se hace funcionar la máquina y se muestrea la descarga del alimentador de frios, comprobándose la granulometría, cerrando ó abriendo la compuerta según el caso y repitiendo la operación y muestreo, hasta que se obtenga una curva granulométrica lo más cercana posible a la de proyecto, en lo que se refiere a los procentajes en los tamaños en que se hizo la separación de material. La operación de muestreo para granulometría, puede aprovecharse para comprobar el gasto del alimentador de frios, recogiendo el material descargado en un tiempo medido y calculando la cantidad de material alimentado por minuto.

Con esto queda terminada la Calibración Primaria o de Aproximación, por lo que el siguiente paso consistirá en efectuar el Ajuste Definitivo, que consiste en lograr que la granulometría de la mezcla producida sea igual a la proyectada para lo cual es necesario neutralizar el efecto desfavorable ocasionado por la contaminación.

Como es sabido, el sistema vibratorio de cribado en las plantas no tiene un 100% de eficiencia ocasionándose que en una tolva destinada a almacenar exclusivamente determinados tamaños, se encuentre material correspondiente a las otras. Este, como es natural ocasiona una variación en la curva.



Corriente de aire y polvo a través del colector de polvo. Las partículas gruesas son descargadas por el fondo y las finas por la parte superior del colector.

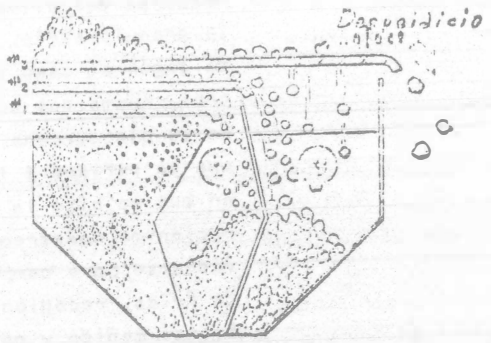


Figura No. 17

Arreglo típico de cribas y tolvas de agregados.

La Tolva No. 1 contiene el material fino, el que está sujeto a considerable segregación a causa de la rapidez de su cribado, mientras que los tamaños grandes recorren la cama de las cribas antes de caer en las tolvas. Por la criba No. 1, se retiene el material de la tolva No. 2 y dicha criba está sujeta a una sobrecarga pudiendo ser este un factor que puede afectar la producción de la planta, en aquellos casos, en que sea muy pequeña o que obstruya.

La Tolva No. 2 contiene el tamaño siguiente más grande de material que será usado.

La Tolva No. 3 contiene el tamaño más grande del material que va a usarse.

granulométrica cuando el operador dosifica el material, extrayendo la cantidad que sería necesaria de una determinada tolva, sin tomar en cuenta que de esa cantidad extraída sólo un determinado porcentaje corresponde al tamaño correcto y el resto está formado por tamaños que deberían estar en otras tolvas. Para remediar esto, es necesario conocer que porcentaje de material de una tolva se encuentra contaminando a las otras, y esto se determina comprobando la granulometría del material que se encuentra en cada una de las tolvas de material caliente.

El muestreo de las tolvas de material caliente no siempre es sencillo, ya que no todas las plantas tienen fácil acceso a ellas. En algunos casos es necesario usar un muestreador de tipo especial y en otros introducir un hombre al mezclador para obtener una muestra, ya que es indispensable que sea representativa, debiendo tenerse en cuenta que dentro de una misma tolva el material tiende a clasificarse, separándose los tamaños mayores a un lado de la tolva.

Una vez conocida la granulometría real del material contenido en cada una de las tolvas, se calculan los procentajes de contaminación. Para mayor claridad sobre como proceder, se verá un ejemplo: Tenemos que la separación por tolvas será como sigue:

Tolva No.	Material que pasa Malla	Material Retenido en Malla.
1	No. 8	- . -
2	1/4"	No. 8
3	1/2"	1/4"
4	3/4"	1/2"

Supondremos que la granulometría de proyecto exige los siguientes porcentajes:

Material	% de Proyecto
1	43
2	22
3	25
4	10

Al efectuarse la granulometría del Material en cada tolva, se obtuvo la siguiente contaminación:

Material No.	TOLVAS No. 1	2	3	4
1	100%	9%		
2		78%	24%	0%
3		13%	76%	43%
4				57%

Es decir, que en tolva No 2 (para material de - - 1/4" a No. 8), se encuentra un 9% de material Número 1 - (Pasa malla No 8) y un 13% de material No. 3 (de 1/2" a 1/4", y sólo un 78% del material que contiene es el co--

rrespondiente a esa tolva (en este ejemplo se supone que la eficiencia del cribado es muy baja, pues las tolvas Núms. 2,3 y 4 sólo contienen 78%, 76% y 57% del material que les corresponde. Esto es con el fin de hacer más claro el ejemplo, pero lo que se impondría en un caso como ese, sería hacer una revisión del sistema de cribado para mejorar la eficiencia, comprobando por ejemplo, si los contrapesos del sistema de vibración son los adecuados, ya que un vibrado más enérgico obliga a pasar a las partículas incrustadas en las mallas, sobre todo cuando tienen forma de laja, pero también hace al material desplazarse más rápido sobre la criba en el sentido de la inclinación de ésta).

Habrá que modificar los porcentajes de proyecto conforme a la contaminación, de tal manera que la suma de todo el material Núm. 1, por ejemplo, extraído tanto de la tolva 1 como de la tolva 2, nos dá precisamente la cantidad requerida por el proyecto

El procedimiento de cálculo para corrección de la contaminación, que se expone a continuación, aúncuando no es matemáticamente preciso, el error que se obtiene no afecta grandemente para fines prácticos, y es un método bastante rápido:

Material No.	T O L V A S No. 1	2	3	4		Proyecto
1.	100	9			109	43
2		78	24	0	102	22
3		13	76	43	132	25
4				57	57	10

Material No 1:

$\frac{100 \times 43}{109} = 39.5$

$\frac{9 \times 43}{109} = 3.5$

Material No 2:

$\frac{78 \times 22}{102} = 16.8$

$\frac{24 \times 22}{102} = 5.2$

Material No. 3:

$\frac{13 \times 25}{132} = 2.5$

$\frac{76 \times 25}{132} = 14.4$

$\frac{43 \times 25}{132} = 8.1$

Material No 4:

$\frac{57 \times 10}{57} = 10$

Material No.	T O L V A S N o.				Material No.	% Corregidos.
1	39.5	3.5			1	39.5
2		16.8	5.2	0.0	2	22.8
3		2.5	14.4	8.1	3	19.6
4				10.0	4	18.1
	39.5	22.8	19.6	18.1		100.0

Los porcentajes así obtenidos serán los que, debido a la contaminación, deberán extraerse de cada tolva

para obtener la curva granulométrica de proyecto, pero aún así estos valores deben comprobarse y ajustarse en caso necesario, lo cual ya puede hacerse disminuyendo o aumentando un poco conforme a las granulometrías obtenidas.

Como es lógico suponer si la alimentación de la planta es variable, y en ese caso el cálculo hecho con cierta granulometría, unas bachas después no servirá, por lo que no será posible obtener una granulometría prèviamente fijada. De lo anterior se desprende la importancia de la Calibración Primaria o de las tolvas de material frío, tratando de reducir las variaciones de alimentación al mínimo.

Hasta aquí ya es posible producir la mezcla de prueba y tener, si no con la seguridad de que se mantenga exactamente dentro de la granulometría de proyecto, si la de que podemos mantenerla dentro de aproximadamente un 1% de variación y con la posibilidad de localizar en caso dado la causa de anormalidad en la producción.

Al iniciarse la producción de la planta, y antes de que sea transportada la mezcla para ser tendida, es conveniente tomar una muestra y someterla a pruebas completas, para determinar si reúne las características de proyecto, y esta comprobación debe comenzar por asegurarse si las temperaturas a

que están siendo calentados los materiales pétreos y el cemento asfáltico son adecuadas (el cemento asfáltico se calienta del orden de los 130° C y los materiales pétreos aproximadamente a 160°C) así como la temperatura de salida de la mezcla, la cual debe, corresponde al clima del lugar de trabajo y la distancia a que deberá acarrearse, debiendo procurarse que su temperatura de tendido sea aproximadamente 120°C, y pudiendo tomarse 10°C, como un valor medio para la temperatura que se pierde en el acarreo, la cual debe ajustarse conforme a lo obtenido en los primeros viajes, para las condiciones particulares de cada obra.

Se decía arriba que debe someterse a todos los ensayes pertinentes la mezcla primeramente elaborada, esto incluye, además de la granulometría y contenido de cemento asfáltico, la prueba Marshall, y adherencia, ésta última prueba aún en el caso de que haya sido satisfactoria en anteriores ensayes- y muy especialmente si el quemador del secador de la planta funciona con un combustible derivado del petróleo, ya que una mala mezcla de aire y combustible puede hacer que se forme una película de carbón envolviendo el material pétreo, lo cual dificulta la adherencia y disminuye la estabilidad, facilitando la disgregación de la mezcla.

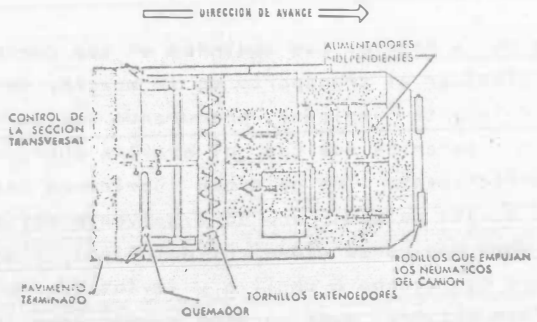
Cuando los materiales pétreos con que está siendo alimentada la planta contienen humedad, no

debe descuidarse la comprobación de la humedad a la salida del secador, para lo cual puede muestrearse, deteniendo el funcionamiento de la planta, en la base del elevador de calientes. Esto nos indica la eficiencia del secador.

Transporte de la Mezcla: Los camiones en los cuales se vaya a efectuar el transporte de la mezcla, deberán ser previamente limpiados, procurando que no quede polvo o materias sueltas, ni arcilla aherida, una vez perfectamente limpios deben lubricarse las cajas, con aceite delgado pero no disolvente del asfalto (no debe emplearse diesel ni petróleo), distribuyéndolo con escoba o cepillo y levantando la caja para que escurra, pues no debe quedar acumulado en las deformaciones del fondo.

No debe pasarse por alto el cubrir la caja del camión, una vez cargada la mezcla, con lona de protección, con objeto de que no se contamine la mezcla con polvo o cualquier otra materia extraña, y para ayudar a conservar la temperatura

Tendido y Compactación del Concreto Asfáltico: El concreto asfáltico debe ser colocado con máquina terminadora o extendedora, la cual es alimentada por los camiones que acarrean la mezcla, caliente, la distribuyen uniformemente y la acomoda (algunas dan una ligera compactación) para ser debidamente compactada por el equipo adecuado.



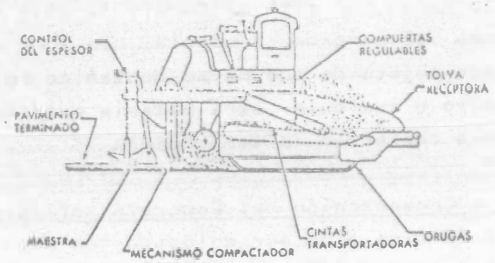


Figura VI-8—Esquema de una terminadora para pavimentos asfálticos

Para proceder al tendido previamente se debe haber nivelado la superficie sobre la que se vá a colocar la mezcla, esto es para que de acuerdo con la ra-- sante de proyecto, poder conocer los espesores necesarios de mezcla para lograr la mencionada rasante.

Una vez conocidos los espesores se procede a- marcarlos sobre la superficie o se pueden colocar - pijas que indiquen esos espesores . El control de- los espesores de mezcla tendidos se puede hacer manualmente con los tornillos de la placa maestra (- ver esquema) para lo cual se requiere personal con una cierta habilidad en este trabajo ya que deben- accionar los tornillos de acuerdo con los espesores que previamente se han fijado para cada sección -- transversal

Algunas extendedoras tienen como equipo complementario un controlador de niveles que es accionable por medio de impulsos eléctricos. Este aparato se guia por medio de un hilo que une las pijas con los espesores marcados y acciona a la "placa maestra" de manera que vá colocando los espesores necesarios Con este procedimiento se evita la necesidad de los "tornilleros" los que si no tienen la habilidad suficiente es difícil que dejen un acabado en cuanto a aniveles se refiere, satisfactorio. -- Por lo que representa ventajas el controlador de niveles accionado por impulsos eléctricos.

La compactación puede dividirse en dos etapas:

Compactación Primaria
Acabado Final

La primaria debe ejecutarse con una aplanadora o rodillo liso, entrado en reversa respecto al avance de la extendedora, y tiene por objeto dar a la mezcla la mayor parte de la densidad que puede admitir, para ello es necesario que el concreto asfáltico se encuentre a una temperatura alta. Como recomendación puede decirse que la compactación debe iniciarse a la temperatura más alta (alrededor de los 100°C) que puede entrar la aplanadora sin provocar corrimiento de la mezcla, debiendo terminarse esto prácticamente. Generalmente son suficientes dos a tres pasadas de la aplanadora de tres ruedas, siendo muy importante que ésta no haga cambios de dirección ni se estacione sobre ella. Este equipo debe disponer de esparcidor de agua sobre las ruedas, a fin de que no se adhiera la mezcla a ellas.

Con respecto al peso y tipo de aplanadora o rodillo liso que entra inicialmente, se deberá hacer una prueba práctica en la que tomando en cuenta la máxima temperatura a la que el equipo pueda compactar sin desplazar, se deberá seleccionar entre la tricicio de 10 a 12 Tons y la Tandem de 6 a 8 Tons

En forma gereral se puede decir que la temperatura para iniciar la compactación con rodillo liso deberá estar comprendida entre 100°C y 110°C.

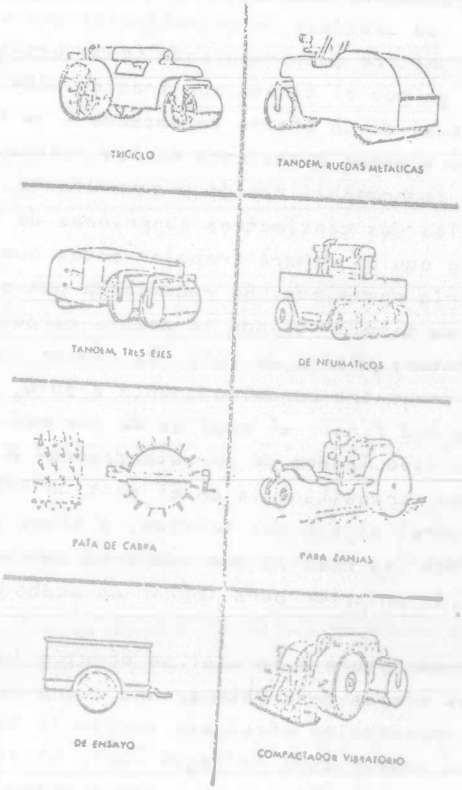


Figura VI-10—Tipos de compactadores

Inmediatamente después de terminar su labor la aplanadora, se continúa la compactación con un compactador neumático autopropulsado (esto último es importante ya que el tirado por tractor daña la carpeta), el cual dá un efecto de amasado a la mezcla debido a su sistema basculante en las ruedas, ayudando a la impermeabilización y compactando, principalmente, los dos centímetros superiores de la carpeta. Este equipo deberá trabajar antes que la mezcla se enfríe demasiado. Se recomienda que esta compactación se termine cuando la mezcla carpeta tenga una temperatura mínima de 70°C. Es conveniente que cuando se encuentre aproximadamente a 50°C, se inicie el acabado final, el cual se dá por medio de una aplanadora tipo Tandem de aproximadamente 6 toneladas de peso, transitándola en el sentido transversal y diagonal al eje del tendido, y tiene por objeto borrar todas las huellas que hubieran quedado de la compactación anterior para lograr un acabado uniforme.

La temperatura a la cual se efectúa la compactación, es básica para obtener una buena carpeta, ya que una compactación efectuada cuando la mezcla ha perdido su temperatura no logra darle el acomodo y la densidad necesarias, lo que sería desperdiciar las cualidades del concreto asfáltico.

Control de Calidad: La supervisión y control deben comenzar al momento de iniciarse la producción, sin embargo, es conveniente que se observe la maniobra de instalación y armado de la planta (en caso de que no esté instalada), con objeto de obtener, desde un principio los datos necesarios sobre las condiciones del equipo, como bandas, elevadores, quemadores, cribas, compuertas, etc., y poder preveer las probables causas de futuros problemas de producción.

Actualmente las reglamentaciones de la S.O.P. dejan a juicio y criterio del contratista los ajustes y calibración de las plantas, por lo que la mayoría, de las veces, no se efectúa ninguna calibración, cuidándose a los bancos de material cuando no se logra producir la granulometría de proyecto. Debido a lo anterior, en la mayor parte de los casos en que se ha trabajado concreto asfáltico, ha sido necesario elaborar cientos de bachas fuera de lo especificado, para lograr producir la mezcla con una granulometría y contenido de cemento asfáltico aceptables, y como para determinar si son aceptables las bachas producidas es necesario conocer su granulometría y contenido de cemento asfáltico, por lo general cuando se obtienen estos datos, la mezcla analizada ya fué tendida. Para evitar esto es necesario que no se inicie el tendido de la mezcla asfáltica mientras no se haya elaborado una mezcla de prueba que de muestre que ya se han logrado las condiciones exigidas por el proyecto.

Hay que tener en cuenta, al trabajar el concreto asfáltico que:

Una buena mezcla, mal tendida y mal compactada nos dá una mala carpeta.

Una mala mezcla bien tendida y bien compactada nos dá una mala carpeta.

Es decir, que en el concreto asfáltico no puede descuidarse ni la elaboración, ni el tendido ni la compactación, pues de estos tres factores depende

el que se obtenga una buena o mala carpeta.

Uno de los principales requisitos para que una carpeta se comporte satisfactoriamente y tenga una larga vida útil, es el grado de compactación que se le dá. Esta puede determinarse por medio de corazones extraidos con una máquina perforadora o con cincel, determinándoles su densidad por medio del método descrito en el inciso 198-7.4 de las especificaciones usadas en la S.O.P. conocido como "Método de la Parafina". Otra forma de determinar la densidad es con el uso de equipo como el cual no se causa ningún daño a la carpeta, además de ser un procedimiento mucho más rápido.

Respecto a grado de compactación que debe tener la Carpeta, las Especificaciones usadas por la S.C.P. establecen:

"...hasta alcanzar un grado mínimo de noventa y cinco por ciento (95%) del peso volumétrico máximo que fije el proyecto y lo ordene la Secretaría"...
(Parte Cuarta — inciso 37-04.18 Pag 124)
Edic 1971.

Con respecto a este punto es conveniente aclarar que: Cuando se utiliza el peso volumétrico máximo del proyecto se esta haciendo una comparación en la que existen variables no controlables en la producción por lo que no siempre resulta conveniente usar el peso volumétrico máximo de proyecto.

Las variables no controlables a que se refiere el párrafo anterior son las variaciones, que pueden ser aceptables dentro de ciertos rangos especificados, en cuanto a granulometría y contenido de cemento asfaltico en la mezcla.

Por otra parte, se puede utilizar el peso volumetrico máximo de la mezcla productiva el cual es determinado de las pastillas que se elaboran para el control de la planta. Al utilizar este peso volumétrico se efectúa una comparación mas racional ya que se hace la determinación de la compactación con los pesos volumétricos del mismo material tendido y de la muestra tomada de dicho material.

Las caracteristicas que debe reunir una mezcla asfáltica elaborada en caliente, están fijadas en el siguiente cuadro:

Características	Uso de la mezcla asfáltica elaborada con pavimento asfáltico.	Para Carreteras Hasta 2,000 Veh. pesados.	Para Carreteras Más de 2,000 Veh. pesados	Para Aeropistas
No. de golpes por cara.		50	75	75
Estabilidad mínima. Kgs.	Para carpetas - capas de renivelación, bases asfálticas y bacheo	450	700	700
Flujo, en milímetros	Para carpetas, capas de renivelación, bases asfálticas y bacheo	2-4.5	2-4	2-4
Por ciento de vacíos en la mezcla, respecto al volúmen del espécimen.	Para carpetas mezclas de renivelación.	3-5	3-5	3-5
	Para bases asfálticas.	3-8	3-8	3-8
Por ciento de vacíos en el agregado mineral - - (VAM), respecto al volúmen de - espécimen de mezcla, de acuerdo - con el tamaño máximo del pétreo	Para carpetas, capas de renivelación bases asfálticas y bacheo			
	Tamaño Máx.			
	4.75 mm. (No. 4)	18	18	18
	9.5 mm. (3/8")	16	16	16
	12.7 mm. (1/2")	15	15	15
	19.0 mm. (3/4")	14	14	14
	25.4 mm (1")	13	13	13

Se consideran como vehículos pesados los camiones en todos sus tipos y los autobuses.

Los porcientos de vacíos de la mezcla y del material pétreo, respecto al volúmen del espécimen, deberán determinarse de acuerdo con el procedimiento descrito en el capítulo CXII de la parte novena.

BIBLIOGRAFIA.-

Especificaciones Generales de Construcción S.O.P.
Partes IV, VIII y IX.

Pavimentos Asfálticos.
Martin y Wallace.
Editorial Aguilar.

Elaboración del concreto asfáltico. (Apuntes)
Ing. Alfonso Gracia Sáenz Rico

El Concreto Asfáltico (Apuntes)
Departamento de Construcción de la División de Caminos del Estado de California, E.U. de N.A.

Manual del Asfalto.
The Asphalt Institute
College Park
Maryland, U.S.A.

PARTE SEGUNDA.

Ing. Emilio Gil

El tipo de planta llamado de producción contínua, es en nuestro país menos empleada que la llamada de producción discontínua (Bachas).

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO.

La descripción de una planta de producción contínua, se puede hacer dividiéndola en tres secciones:

A.- Dosificación de áridos fríos (Fig. 1)

B.- Secador y colector de polvo (Fig. 2)

C.- Dosificación y mezclado de materiales calientes (Fig. 3)

El funcionamiento de una planta de este tipo es el siguiente (Fig. 4)

El material procedente del almacén se alimenta a la planta por medio de tractor o cargador, depositándose en las tolvas para material frío (1), - por lo general son cuatro tolvas, dispuestas para alimentar material pétreo de distintos tamaños. Estas tolvas están equipadas, en su descarga, con compuertas ajustables para regular la caída del material al ali-- mentador de fríos (2), (el cual puede ser de banda o de vaivén) por lo que es posible dosificar el material pétreo frío, para que caiga al depósito -- (3) con una primera graduación granulométrica. De este depósito es llevado por el elevador de cangilones (4), hasta la tolva de entrada del seca-- dor (5), en esta parte se encuentra una rejilla para impedir la entrada de- objetos mayores al tamaño fijado. Al entrar el material al secador (7), - el polvo (6), puede ser reincorporado, en caso necesario, en el reci- -

./.

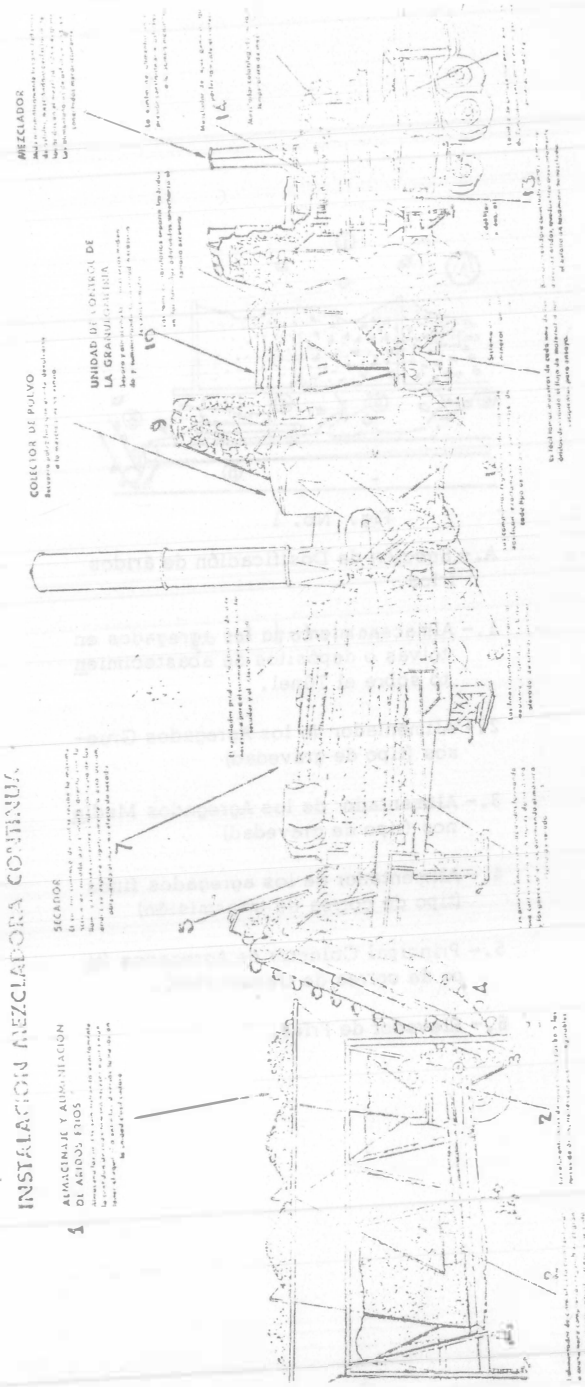


Figura 1.4.-Instalación mezcladora contín

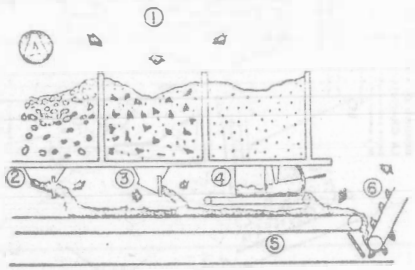


Fig. No. 1

A.- Sección de Dosificación de áridos fríos.

1.- Almacenamiento de los agregados en tolvas o depósitos de abastecimiento sobre el Túnel.

2.- Alimentador de los Agregados Gruesos (tipo de gravedad)

3.- Alimentador de los Agregados Medianos (tipo de gravedad)

4.- Alimentador de los agregados finos (tipo de correa de transmisión)

5.- Principal Colector de Agregados (tipo de correa de transmisión).

6.- Elevador de Fríos.

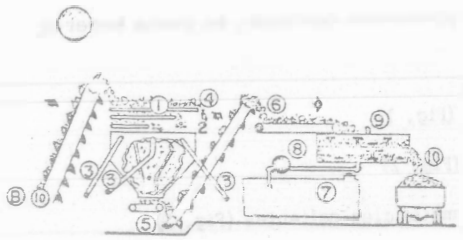


Fig. No. 3

C.- Sección de Dosificación y mezclado de materiales calientes.

B-10.- Continuación del elevador de - - calientes.

1.- Cama de cribas.

2.- Tolva para los agregados calientes.

3.- Tubos vertedores de sobrantes.

4.- Rechazo de tamaños mayores.

5.- Alimentador de agregados proporcionados (tipo de correa de transmisión).

6.- Colector elevador de agregados al -- sistema de mezclado.

7.- Tanque de almacenamiento de asfalto.

8.- Bomba para el asfalto, motor y sistema de alimentación.

9.- Mezclador amasador.

10.- Mezcla completa que se descarga en los camiones.

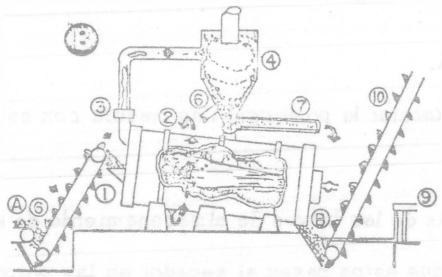


Fig. No. 2

B.- Sección del Secador y del Colector de Polvo.

A6.- Elevador de Fríos.
1.- Extremo del Cargador del Secador.

2.- Secador Rotativo

3.- Abanico que desarrolla la succión.

4.- Colector de Polvo (ciclón)

5.- Compuerta Ajustable del Control del - vertedor de polvo.
6.- Vertedor del exceso de polvo.

7.- Retorno uniforme del polvo al Elevador de calientes.
8.- Quemador y extremo de descarga del - Secador.
9.- Aparato indicador de temperaturas.

10.- Elevador de calientes.

piente (8), en donde se une al material que sale del secador. De allí es llevado por un segundo elevador de cangilones (9), hasta las cribas vibratorias (10), para ser separado por tamaños depositándose en las - tolvas de material caliente (11), por las compuertas (12) de estas tol— vas se extrae de cada una la cantidad que fija la granulometría de pro- yecto, y adicionando por la válvula (13), el cemento asfáltico caliente. Los materiales ya dosificados, así como el cemento asfáltico pasan al mezclador (14), en donde se homogeniza la mezcla y se descarga el ca- mión que la ha de transportar.

Esto es una muy breve síntesis, del funcionamiento de una planta de ti- po contínuo.

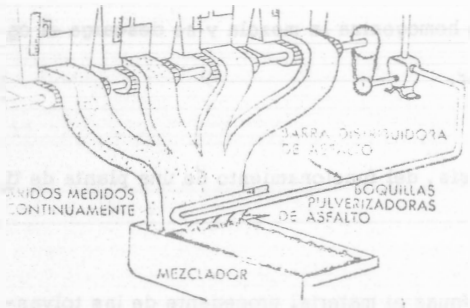
En este tipo de plantas contínuas el material procedente de las tolvas- de almacenaje en caliente se dosifica por medio de compuertas regula- bles que descargan sobre los alimentadores de material caliente. Todos los materiales son transportados al mezclador en forma contínua.

El asfalto también afluye en forma contínua, y se regula con un sistema de bombeo conectado con el mecanismo de dosificación (Fig. 5), de tal manera que se obtiene una relación constante entre la cantidad total de los agregados pétreos y el producto asfáltico empleado, esto en forma-

./.

2 a

3.00



independiente de la velocidad de producción.

CALIBRACION DE LA PLANTA.

Los principales pasos para iniciar la producción de mezcla con este equipo son los siguientes:

1.- Ajuste de las compuertas de las tolvas de almacenamiento de agregados pétreos fríos, a fín de que estos pasen al secador en las proporciones requeridas.

2.- Determinación de la cantidad de material que debe pasar al mezclador desde cada una de las tolvas de agregados calientes, y de la cantidad de producto asfáltico.

Ajuste de las Compuertas de Agregados en Frío.

Generalmente hay dos tipos de alimentadores para agregados en frío:

1).- Alimentadores Alternativos (Cangilones) y

2).- Alimentadores de Correa (Bandas transportadoras).

La cantidad que suministra un alimentador alternativo, en Kilogramos por minuto, puede calcularse por la ecuación.

$$C_t = WHRLUE$$

En donde

W = Anchura de la compuerta, en metros;

H = Altura de la compuerta, en metros,

L = Carrera de alimentador, en metros;

./.

R = Carreras por minuto;

C_t = Capacidad teórica, en kilogramos por minuto;

U = Peso de los agregados, en kilogramos por M3.;

F = Rendimiento.

Los kilogramos por minuto que se suministran por un alimentador de correa se determinan por la siguiente ecuación.

$$C_t = WHSUF$$

En donde

S = Velocidad de la correa, en metros por minuto;

En la práctica es factible determinar la abertura de las compuertas de las tolvas por tanteos, no siendo indispensable las ecuaciones citadas; de tal manera que las áreas correspondientes a los distintos agregados sean proporcionales a los porcentajes requeridos.

Es muy importante la calibración de los alimentadores en frío, y es una maniobra fácil de realizar. Cuando el material se lleva al secador por medio de transportadores de banda, sólo es necesario ajustar la compuerta de una tolva en la posición en que se espera suministre la cantidad correcta de material, se cierran las otras tolvas y se pone en marcha la planta. Cuando ha funcionado durante un minuto, aproximadamente, se separa y pesa el material contenido en el transportador de banda

./.

en una distancia media por ejemplo 3 m., y se convierte la cifra a Kg/m. Esta, multiplicada por la velocidad de la cinta en M. por minuto, dá Kg., por minuto entregados por la tolva con esa abertura particular de la compuerta. Se convierte a Tons. p/h y por centímetro de abertura de compuerta y se calcula la proporción a número exacto de centímetros a que debe abrirse la compuerta para suministrar la cantidad deseada de tons./h.

Ya efectuado lo anterior, se pone nuevamente la planta en marcha durante un minuto aproximado, después que los agregados han empezado a caer en las tolvas de materiales calientes. Se vacían las tolvas y se continúa con la planta en marcha unos minutos más para volverlos a llenar hasta la mitad cuando menos, procediéndose al muestreo de los distintos agregados en caliente para el análisis granulométrico.

M U E S T R E O.

Previo al muestreo de las tolvas deben de verterse aproximadamente 500 Kgs., de cada una de ellas, ello con el fín de establecer un flujo de péreos regulado, una vez efectuado lo anterior se suelta la palanca de una de las tolvas y se toma una muestra de 20 Kg., por lo menos del material que cáe. Se repite esta operación con las otras tolvas, este tipo de plantas tienen por lo general dispositivo bastante accesible para efectuar los muestreos, es muy conveniente dejar siempre la planta en funcionamiento durante algunos minutos antes de llevar a cabo el muestreo.

./.

ANALISIS DE LAS MUESTRAS.

Cada una de las muestras debe de cuartearse cuidadosamente hasta obtener las cantidades mínimas de material adecuadas para los estudios de laboratorio.

Como regla general, la muestra procedente de la tolva de finos, después del cuarteo debe ser de 500 gr., las muestras de tolvas de un tamaño aproximado de 1/4" de 1,000 gr., y las muestras de las tolvas conteniendo agregados mayores, de 2,000 gr. Una vez hecho lo anterior se procede al análisis granulométrico de cada una de estas, se anotan los resultados y con estos se calcula la granulometría combinada, la que una vez determinada se representa gráficamente.

En cada tolva existe siempre algún material menor que el tamiz de menor abertura representado por ella, esto se debe a que cierta cantidad de los materiales más finos es siempre arrastrada a la tolva siguiente por los agregados mayores. Este efecto aumenta cuando disminuye el tamaño del tamiz Por esta razón no deben o no se emplean en una planta de elaboración de mezcla en caliente, tamices menores del Num. 10.

En la tabla ejemplo puede observarse que el material, salvo en lo que se refiere al de los tamices 100 y 200, puede combinarse ajustándose muy estrechamente a la fórmula de dosificación en planta. Como regla general,

P R I M E R A J U S T E.

Malla No.	PORCENTAJE QUE PASA. Tolva 3 3/4" a 3/8"		Tolva 2 3/8" a No. 10		Tolva No. 1 Menor que No. 10		Granulometría Combinada	Granulometría de trabajo.	Proyecto.	Tolerancias Especificadas.
	Total	30%	Total	40%	Total	30%				
3/4"	100.0	30.0	100.0	40.0	100.0	30.0	100.0	100	100	± 5
1/2"	58.2	17.5	100.0	40.0	100.0	30.0	87.5	88	94	± 5
3/8"	10.1	3.0	100.0	40.0	100.0	30.0	73.0	73	85	± 5
1/4"	6.1	1.8	84.2	33.7	100.0	30.0	65.5	65	76	± 5
No. 4	2.0	0.6	68.5	27.4	100.0	30.0	58.0	58	68	± 4
No. 10	0.5	0.2	21.0	8.4	100.0	30.0	38.6	39	44	± 3
No. 20	0.4	0.1	16.0	6.4	77.5	23.2	29.7	30	35	± 3
No. 40	0.3	0.1	11.0	4.4	55.1	16.5	21.0	21	24	± 1
No. 60	0.2	0.1	8.6	3.4	42.9	12.9	16.4	16	19	± 1
No. 100	0.1		4.8	1.9	19.8	5.9	7.8	8	10	± 1
No. 200	0.0		3.2	1.3	9.1	2.7	4.0	4	6	± 1
Contenido de Cem. Asfáltico									5.2	± 0.26 (0.05CA)

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL Mezcla 30%-40%-30% EXPEDIENTE A-5
ENSAYE NUM. 1 MUESTRA NUM. 1-2-3 FECHA RECIBO 23 Julio 73
ENV.ADA POR FECHA INFORME 24 Julio 73
PROCEDENCIA Primer Ajuste.

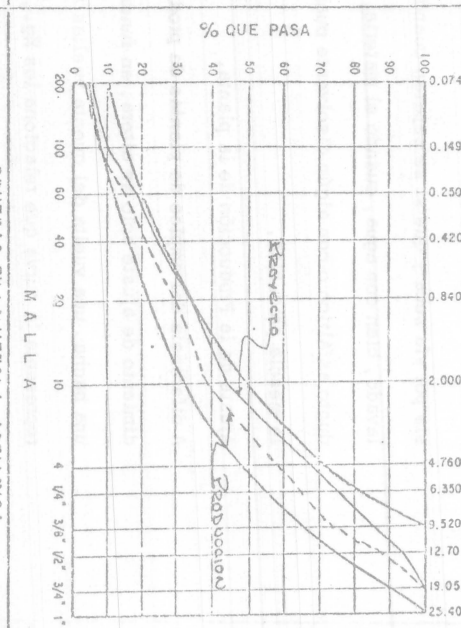
PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA
PESO VOL. SUELTO, Kg/m³
QUE PASA MALLA, % — PRODUCCION — PROYECTO

1"	100	100
3/4"	88	94
1/2"	73	85
3/8"	63	76
1/4"	58	68
No 4	39	44
" 10	30	35
" 20	21	24
" 40	16	19
" 60	8	10
" 100	4	5
" 200		

DENSIDAD
ABSORCION, %
DESGASTE, %
PARTICULAS ALARGADAS, %
PARTICULAS EN FORMA DE LAJA, %
EQUIVALENTE DE ARENA

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



CARACTERISTICAS DEL ASFALTO

TIPO
TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION
PENETRACION

PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA

CONT. OPT. DE ASFALTO (%) 5.2%
PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (Kg/m³)
AFINIDAD CON EL ASFALTO
GRADO DE COMPACTACION EN CARPETA %
CONT. ASFALTO EN MEZCLA 4.8
PERMEABILIDAD DE LA CARPETA

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO

EL JEFE DEL LABORATORIO REGIONAL

AJUSTE FINAL.

Malla No.	PORCENTAJE QUE PASA Tolva 3 3/4" a 3/8" Total	19.0%	Tolva 2 3/8" a No. 10 Total	49.0%	Tolva No. 1 Menor que No.10 Total	32.0%	Granulometría combinada	Granulometría de trabajo	Proyecto.	Tolerancias Especificadas.
3/4"	100.0	19.0	100.0	49.0	100.0	32.0	100.0	100	100	± 5
1/2"	58.2	11.0	100.0	49.0	100.0	32.0	92.0	92	94	± 5
3/8"	10.1	1.9	100.0	49.0	100.0	32.0	82.9	83	85	± 5
1/4"	6.1	1.1	84.2	41.2	100.0	32.0	74.3	74	76	± 5
No. 4	2.0	0.4	68.5	33.6	100.0	32.0	66.0	66	68	± 4
No.10	0.5	0.1	21.0	10.3	100.0	32.0	42.4	42	44	± 3
No. 20	0.4	0.1	16.0	8.0	77.5	24.8	32.9	33	35	± 3
No. 40	0.3	0.1	11.0	5.4	55.1	17.6	23.1	23	24	± 1
No. 60	0.2	- -	8.6	4.2	42.9	13.7	17.9	18	19	± 1
No. 100	0.1	- -	4.8	2.3	19.8	6.3	8.6	9	10	± 1
No. 200	0.0	- -	3.3	1.6	9.1	2.9	4.5	5	6	± 1
Contenido de Cem.asfáltico									5.2	+ 0.26 (± 0.05 CA)

307

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL Mezcla 19%-49%-32% EXPEDIENTE A-5
ENSAYE NUM. 2 MUESTRA NUM. A-5-6 FECHA RECIBO 24 JULIO 73
ENVIADA POR FECHA INFORME 28 JULIO 73
PROCEDENCIA
AJUSTE FINAL

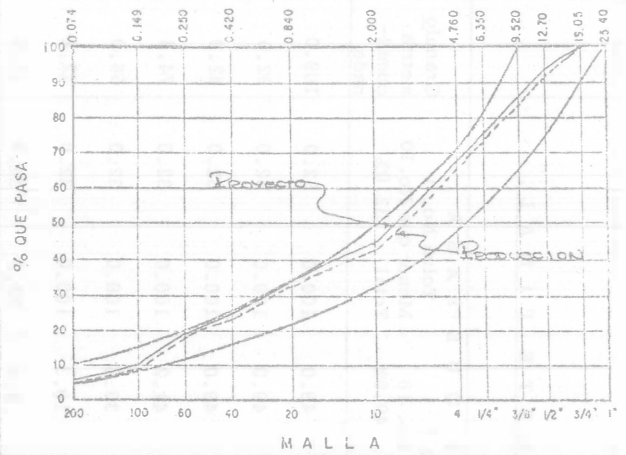
PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA
PESO VOL. SUELTO, Kg./m³
% QUE PASA MALLA, %

	PRODUCCION	PROYECTO
1"		
3/4"	100	100
1/2"	92	94
3/8"	83	85
1/4"	74	76
No. 4	66	68
" 10	42	44
" 20	33	35
" 40	23	24
" 60	18	19
" 100	9	10
" 200	5	5

DENSIDAD
ABSORCION, %
DESGASTE, %
PARTICULAS ALARGADAS, %
PARTICULAS EN FORMA DE LAJA, %
EQUIVALENTE DE ARENA

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



CARACTERISTICAS DEL ASFALTO

TIPO
TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION
PENETRACION

PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA

CONT. OPT. DE ASFALTO (%) 5.2%
PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (Kg/m³)
AFINIDAD CON EL ASFALTO

GRADO DE COMPACTACION EN CARPETA %
CONT. ASFALTO EN MEZCLA 5.0%
PERMEABILIDAD DE LA CARPETA

OBSERVACIONES :

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	EL JEFE DEL LABORATORIO REGIONAL

308

los análisis combinados do las tolvas en caliente, darán en estos, porcentajes correspondientes a mezclas de agregados más gruesos que los que se obtendrían de la granulometría de extracción. Esto se debe, a que es imposible separar los agregados de tamaños correspondientes a las mallas 100 y 200, que están adheridas a la piedra, esto en un análisis por vía seca y que si se separan cuando el análisis se efectúa porlavado, bien con agua, cuando el material aún no se mezcla con el producto asfáltico o con algún disolvente cuando el análisis se efectúa ya a la mezcla producida.

Ajuste de la Producción de la planta.

A diferencia del empleo de plantas de producción discontínua, el procedimiento de ajuste solo se altera, en función de que se considera como una bacha, una vuelta del cuenta vueltas incorporado a la planta. Se representa la curva que relaciona los Kg., por vuelta con la abertura de la compuerta por medio de datos obtenidos de una calibración de la planta realizada según las instrucciones del fabricante. Se cita el siguiente ejemplo: Suponiendo que queremos poner la planta a punto de producir 100 tons. p/h. empleando el análisis granulométrico correspondiente al de la tabla ejemplo. El primer paso consiste en determinar la cantidad de asfalto por añadir en litros por minuto.

Ya que el contenido en este caso es de 5.2%; 5.2/100 X 100/60X1,000= 86.5 Kg/min., deduciendo que el producto asfáltico empleado tenga un-

peso específico de 0.93 Kg., a la temperatura de empleo, la cantidad requerida sería para una producción de 100 tons. p/h. de mezcla = 86.5/0.93 o sea, 93 Lts./Min.

Dado que la velocidad de la bomba en este tipo de plantas se regula mediante engranajes intercambiables, se debe encontrar en la información del fabricante cual es la dosificación de asfalto más aproximada a la calculada- que podemos obtener con las combinaciones de los engranajes existentes. Suponiendo, que encontramos que la dosifiación es de 94 Lts/Min., colocaremos en la bomba los engranajes que combinados puedan dar este caudal.

Lo anterior producirá una ligera alteración en el ritmo a que debe de producirse la mezcla. Convertimos los 94 Lts. a Kg/P Min. 94X0,93= 87.5 Kg/Min.

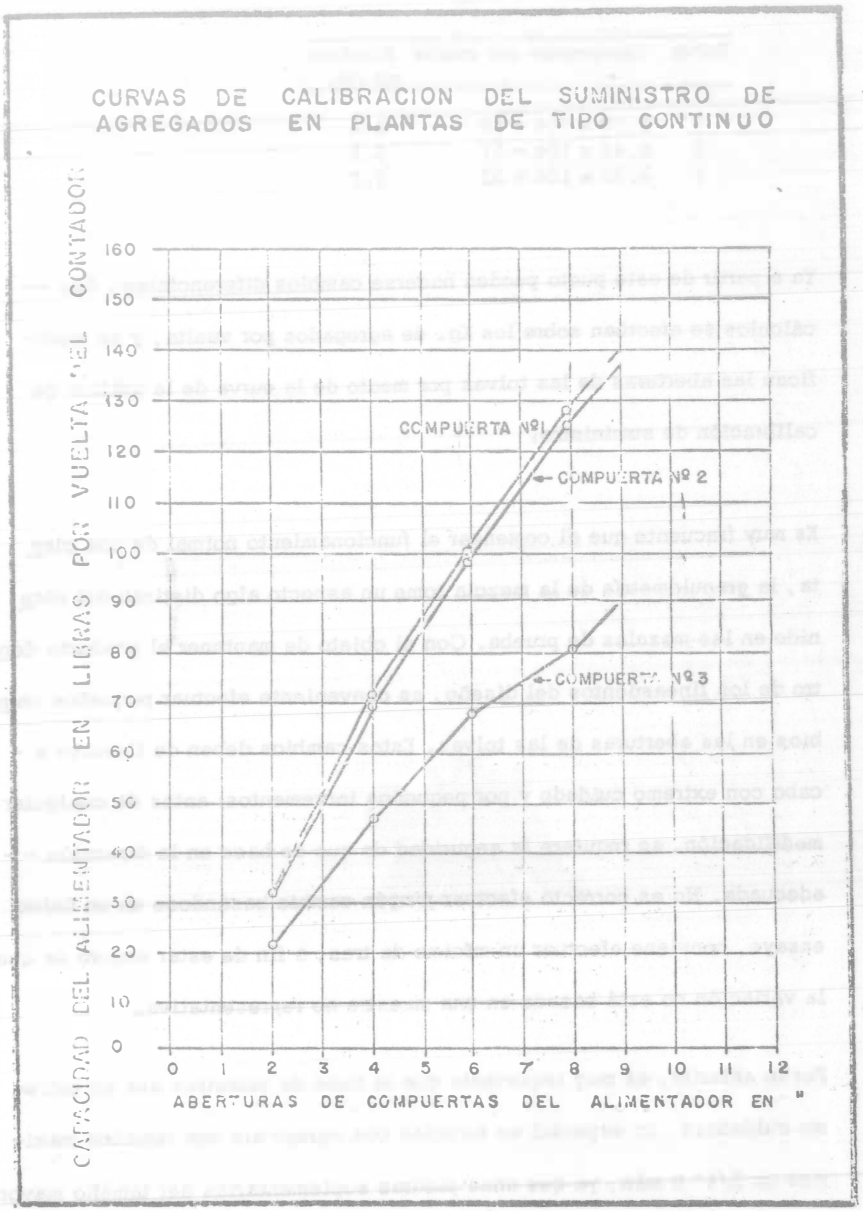
El peso total de áridos a emplear por minuto se obtendría así:

$\frac{0.948}{0.052} \times 87.5 = 1,590$ Kg/Min.

De los datos del fabricante se deduce el número de vueltas por minuto del contador de revoluciones, suponiendo que este valor sea de 15.28, los -- Kg. de agregados requeridos por vuelta, se calculan así:

$$\frac{1,590}{15.28} = 104 \text{ Kg./vuelta.}$$

A continuación se calibra cada tolva de agregados en caliente obteniéndose una curva como las representadas en la gráfica anterior y se procede a -- calcular la abertura necesaria en cada tolva según la Tabla siguiente:



Tolva	Kilogramos por vuolta	Abertura en cm.
3	0.19 x 104 = 20	3.4
2	0.49 x 104 = 51	6.2
1	0.32 x 104 = 33	3.5

Ya a partir de este punto pueden hacerse cambios diferenciales. Los -- cálculos se efectúan sobre los Kg. de agregados por vuelta, y se modifican las aberturas de las tolvas por medio de la curva de la gráfica de calibración de suministro.

Es muy frecuente que al comenzar el funcionamiento normal de una planta, la granulometría de la mezcla tome un aspecto algo distinto del obtenido en las mezclas de prueba. Con el objeto de mantener el producto dentro de los lineamientos del diseño, es conveniente efectuar pequeños cambios en las aberturas de las tolvas. Estos cambios deben de llevarse a - cabo con extremo cuidado y por pequeños incrementos; antes de cualquier modificación, se requiere la seguridad de que se hace en la dirección - - adecuada. No es correcto efectuar ningún cambio basándose en un único ensaye, conviene efectuar un mínimo de tres, a fín de estar seguro de que la variación no está basada en una muestra no representativa.

Por lo anterior, es muy importante que la toma de muestras sea en extremo cuidadosa, en especial en mezclas con agregados con tamaños máximos de 3/4" ó más, ya que unas piedras suplementarias del tamaño mayor pueden hacer que el resultado del ensaye caiga fuera de los límites de la fórmula de dosificación en planta por exceso de gruesos, o inversamente

la falta de unas de estas piedras puede hacer que el ensaye indique que los agregados se salen de la fórmula de dosificación enplanta por defecto de agregados gruesos.

Es muy común no obtener resultados satisfactorios en la prueba inicial, por ello después de haber empezado la producción normal, es frecuente que una de las tolvas de agregados fríos empiece a rebozar, mientras - que es necesario esperar para que una ó más de las otras, se llenen. - Para corregir lo anterior, deben hacerse gradualmente pequeños cambios en las tolvas en frío hasta obtener un funcionamiento adecuado de la planta.

La naturaleza de variación de resultados, puede deducirse de la naturaleza del exceso o deficiencia en la capacidad de las tolvas, por ejemplo: Si la tolva de agregados que pasan por la malla No. 10, reboza, mientras que es necesario esperar a que se llene la tolva de agregados de 3/8", - disminuiremos ligeramente la abertura de la tolva C de agregados fríos, aumentando proporcionalmente la abertura de la tolva A.

Como otro ejemplo, podría citarse el siguiente:
Suponiendo que la tolva de agregados gruesos reboza, pero que las otras dos funcionan correctamente. En este caso se está suministrando en conjunto un exceso de material, de manera que será necesario reducir ligeramente la dosificación de la tolva A de agregados fríos y no será necesa-

rio modificar la de las otras. Cuando deba de aumentarse o disminuirse la alimentación en conjunto por exigencias del funcionamiento, se modifica la abertura inicial de cada tolva en la misma proporción hasta que se obtiene el volúmen total necesario. No es recomendable hacer dos correcciones a la vez; por ejemplo: Si se sabe que la alimentación total es escasa y que la dosificación de agregados en una tolva es ligeramente excesiva, es preferible corregir primero el volúmen total y hacer después una nueva corrección en las proporciones de agregados de las diversas tolvas.

Es relativamente frecuente no poder producir una mezcla en planta con los materiales de alimentación en frío que se usan, especialmente cuando las tolerancias son relativamente estrechas, como en nuestro ejemplo. En tal caso deben tomarse nuestras de los almacenamientos, determinar su granulometría y obtener una nueva fórmula de dosificación en planta, si esta fórmula produce una granulometría que cumple con las especificaciones generales y tiene características satisfactorias, no hay motivo para cambiar la fórmula de dosificación de modo que el productor pueda mantenerse dentro de los límites de aquella con los agregados de que dispone. Es común que incidentes como el que acabamos de indicar procedan de un mal muestreo de los agregados en frío.

Es indiscutible la importancia del estricto control de la alimentación en frío de cada tipo de agregados, la alimentación de estos al secador, de

be regularse de tal manera que el caudal de cada tipo de ellas sea uniforme y lo más próxima posible a la cantidad exacta necesaria para mantener las tolvas de agregados calientes bien llenas, pero sin rebozar.

La irregularidad del caudal de cualquiera de los materiales fríos es perjudicial de dos maneras distintas para el buen funcionamiento de la planta. Si se sobrecargan las mallas de uno de los tamaños, disminuye el rendimiento del cribado y se produce generalmente un exceso de arrastre de unos agregados por otros.

El exceso o defecto de uno de los materiales frios puede dar lugar a que una de las tolvas de agregados en caliente, reboze o se vacíe, una tolva rebozante significa pérdida de calor y vacía, disminuye la capacidad de la planta. En ambos casos, los gastos de funcionamiento de la planta aumentan.

En el caso relativamente frecuente de agregados húmedos o inclusive saturados a consecuencia de lluvias o por su extracción de lechos de río, puede eliminarse gran parte de la humedad superficial removiendo las capas superiores y empleando la parte que se ha ventilado en mayor proporción. En el caso de usar contínuamente agregados mojados, uno de los mejores métodos para asegurarse del empleo de material estrictamente seco, es utilizar dos secadores en serie. De esta forma puede lograrse el máximo de rendimiento de la planta, sin duda alguna sobre el perfecto secado de los agregados.

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

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION S. O. P.
PARTES IV, VIII Y IX.

PAVIMENTOS ASFALTICOS
MARTIN Y WALLACE
EDITORIAL AGUILAR

ELABORACION DEL CONCRETO ASFALTICO (APUNTES).
ING. ALFONSO GRACIA SAENZ RICO.

EL CONCRETO ASFALTICO (APUNTES)
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION DE LA DIVISION
DE CAMINOS DEL ESTADO DE CALIFORNIA, E.U. DE N.A.

MANUAL DEL ASFALTO.
THE ASPHALT INSTITUTE
COLLEGE PARK
MARYLAND, U.S.A.

TRABAJO COMPLEMENTARIO

I.- CONOCIDAS LAS GRANULOMETRIAS DE TRES MATERIALES, QUE SEGUN ESTUDIOS PREVIOS, REUNEN CARACTERISTICAS ACEPTABLES PARA SU EMPLEO EN LA ELABORACION DE CONCRETO ASFALTICO, DETERMINE LAS PROPORCIONES EN QUE SE DEBERAN USAR PARA OBTENER LA CURVA GRANULOMETRICA DE PROYECTO.

MALLA No.	PORCENTAJE QUE PASA			
	MAT. A	MAT. B	MAT. C	PROYECTO
3/4	100	100		100
1/2	72	96		88
3/8	50	91		81
1/4	32	80		71
No. 4	23	66		61
No. 10	11	42	100	42
No. 20	6	26	99	27
No. 40	4	20	77	18
No. 60	3	16	22	10
No. 100	2	11	4	7
No. 200	1	7	2	5

II.- DESCRIBA LOS PASOS QUE SERIAN NECESARIOS DAR PARA CALIBRAR UNA PLANTA DE PRODUCCION CONTINUA, SEMEJANTE A LA DEL EJEMPLO, DE TAL MANERA QUE SE PUEDAN PRODUCIR 140 TON./HR. SIENDO EL CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO - 5.5%.

III.- SI EN ESTE MISMO CASO, LA PLANTA CUENTA CON TRES TOLVAS DE IGUAL CAPACIDAD PARA AGREGADOS EN FRIO Y LA PROPORCION RESULTANTE DE AGREGADOS, REQUIERE CANTIDADES -- MUY DIFERENTES ENTRE SI, DE CADA UNO DE LOS MATERIALES QUE SOLUCION PROPONDRIA UD. PARA OBTENER LA MAYOR EFICIENCIA DE LA PLANTA.

PLANTAS DE ASFALTO

ING. FELIPE LOO

PLANTAS DE ASFALTO.- (SELECCION).

OBJETIVO.-

En esta parte se comentarán algunas de las características de las plantas de asfalto de los tipos continuo y discontinuo, haciendo notar las ventajas que presentan unas con respecto de las - - otras.

Se pretende dar al alumno una exposición de la manera, que desde el punto de vista de procedimiento de construcción, influye el tipo de planta de asfalto; y que al término de esta parte cuente con elementos, para que aplicando la metodología que se expondrá en las sesiones de selección de equipo, pueda obtener un criterio tal que lo conduzca a la decisión más conveniente de selección de una planta de asfalto.

ING. FELIPE LOO GOMEZ.

1.- TAMAÑO DE LA OBRA.

Se recomienda que se use una planta de asfalto, si así el proyecto lo indica para la elaboración de mezcla asfáltica, solo en obras cuyo volúmen sea de 8,000 M3. o más ya que si no es así los costos por uso de equipo incrementarán notablemente el costo unitario de la mezcla asfáltica.

II.- CAPACIDAD DE LA PLANTA.

En las plantas de tipo continuo, su capacidad se expresa en toneladas por hora y de esta manera se define el tamaño de la planta.

Las hay desde 60 TPH hasta algunas cuya capacidad puede llegar hasta 465 TPH.

Por citar un ejemplo a continuación se anotan algunos modelos de la Barber - Greene.

MODELO	CAPACIDAD.
KA 60	125-195 TPH
KA 70	165-285 TPH
KA 85	265-465 TPH.

Como se puede ver existen dos cantidades de capacidad para cada modelo, esto indica el rango en que puede funcionar la planta dependiendo de la cantidad en TPH de materiales que constituyan la alimentación a la misma.

Esto representa una ventaja sobre las plantas de producción discontinua, ya que se puede regular la producción de acuerdo con la alimentación de materiales, en tanto que en las de producción discontinua la producción está limitada por el tiempo de mezclado.

Otra ventaja es que en las de producción continua, se pueden tener diferentes ciclos de mezclado, (dependiendo de los materiales) sin cambiar la producción; no así en las de producción discontinua.

En las plantas de tipo discontínuo, la capacidad está determinada por el mezclador, el que puede tener desde 2,000 Lbs. hasta 12,000 Lbs., por lo que el tamaño de la planta se expresa por un número que representa la capacidad del mezclador en cientos de libras.

Se citan a continuación algunos modelos:

MODELO	MARCA	CAPACIDAD
TM-20	Stan Steel	2,000 Lb.
TM-30	Stan Steel	3,000 "
BE-33	Barber Greene	3,250 "
BE-75	Barber Greene	7,500 "
BE-120	Barber Greene	12,000 "

Por lo tanto para obtener la producción en toneladas por hora, es necesario conocer el tiempo de mezclado que dependerá del tipo de materiales que se vayan a utilizar y que puede variar de 30 a 45 seg. por cada bacha.

III.- MATERIALES.

Es conveniente mencionar que aún cuando se tienen los materiales pétreos separados por tamaños en la alimentación en frío, puede suceder que varían sensiblemente sus características granulométricas por: contaminaciones en el almacén, segregación, variaciones propias del banco, etc., lo que ocasionaría variaciones en el granulometría de la mezcla producida, siendo estas más acentuadas en las plantas de producción continua que en las de producción discontínuo ya que en estas últimas el tamaño de los materiales pétreos se controla por peso en tanto que en las de producción continua es por volúmen.

Otra ventaja que tienen las plantas de producción discontínua sobre las de producción contínua es que cuando se tiene el caso de elaborar mezclas de diferentes tipos de materiales o proporciones, basta con determinar las proporciones en que intervendrán los materiales para cambiar el tipo de mezcla sin dejar de producir o en el caso de que fueran diferentes materiales pétreos se requeriría además, haber vaciado las tolvas de alimentación en frío y llenarlas con el material adecuado.

Un ejemplo de este caso, es cuando en un proyecto se requiere elaborar base asfáltica y carpeta asfáltica; entonces se puede hacer un programa para elaborar base asfáltica unos días y otros carpeta asfáltica sin necesidad de hacer mayores ajustes que en los proporcionamientos.

Una ventaja más de las plantas de producción discontínua es que cuando se requiere dosificar un material fino o filler, el que normalmente es más caro que los otros materiales pétreos, se puede lograr una dosificación más precisa de éste, que en una planta de producción contínua.

IV.- CALIBRACION Y AJUSTES.

En tanto que la calibración de una planta contínua es por volúmen de los materiales, la de una planta discontínua es por peso; Esto trae como consecuencia que los mecanismos de la planta de producción discontínua sean más complicados. Es así que una descompostura en una báscula obviamente resulta más difícil de arreglar que el desajuste de una compuerta de una tolva.

V.- PRODUCCION.

La producción de una planta de asfalto está en función de su capacidad y del programa de obra. Por lo que para determinar el tamaño de una planta de asfalto será necesario conocer la producción requerida por unidad de tiempo.

En este aspecto la planta de producción contínua presenta una ventaja por su versatilidad en su producción en un mismo modelo, en tanto que la de producción discontínua su producción es más restringida.

VI.- CONTROL DE LA PLANTA.

En la elaboración de la mezcla en una planta discontínua la participación del operador es fundamental ya que la dosificación por peso, requiere que esta persona accione los mecanismos de pesado en cada bacha, y cuando se tienen períodos largos de producción con un mismo operador, la calidad de la mezcla puede tener variaciones de consideración, debidas a malas operaciones de pesado.

VII.- CALIDAD DE LA MEZCLA.

Con respecto a la calidad de la mezcla elaborada en planta de producción contínua o discontínua, esta puede ser satisfactoria, tanto en una como en otra y dependerá de que los materiales sean adecuados y dosificados en la proporción correcta.

A continuación se dan algunos criterios que pueden ser de utilidad en el proyecto de la mezcla.

A.- Estabilidad satisfactoria.

1.- Porcentaje de vacíos en la mezcla menor de 2%

Recomendaciones: -Reducir el porcentaje de filler, o de asfalto o de ambos.
-Cambiar las proporciones de materiales grueso y fino para producir un valor mayor de vacíos en el agregado mineral.

2.- Porcentaje de vacíos en la mezcla mayor de 5%.

Recomendaciones: -Aumentar el porcentaje de filler o as-

falto o ambos. Los materiales porosos requieren un porcentaje de asfalto alto.
-Cambiar las proporciones de materiales fino y grueso para producir un valor - menor de vacíos en el agregado mineral.

B.- Estabilidad demasiado baja.
1) Porcentaje de vacíos inferior a 2%.
Recomendaciones: -Aumentar el porcentaje de filler y - reducir el porcentaje de asfalto.
-Aumentar el porcentaje de material - grueso.

2) Porcentaje de vacíos mayor de 5%
Recomendaciones: -Aumentar el porcentaje de filler.
-Cambiar las proporciones de material fino y grueso para producir un valor menor de vacíos en el agregado mineral.

3) Porcentaje de vacíos entre 2 y 5%.
Recomendaciones: -Si el porcentaje de asfalto se encuentra próximo al límite superior, hay que aumentar el porcentaje de material grueso y reducir el de asfalto.
-Si el porcentaje de asfalto está próximo al límite inferior, es probable que los materiales pétreos resulten inestables de por sí, y puede ser necesario buscar materiales gruesos o finos de otro banco. Si los materiales gruesos son de trituración, las dificultades son del material fino - normalmente. Si los materiales gruesos son de río sin triturar, la baja estabilidad puede deberse a ellos. - En cualquier caso antes de rechazarse cualquiera de los dos, deben de - efectuarse pruebas empleando porcentajes máximos de uno con respecto al otro y viceversa.

VIII.- CONCLUSION.

Se han expuesto brevemente algunas ventajas que presentan las plantas de asfalto de tipo continuo y discontinuo.

Para poder hacer la selección del tipo de planta de asfalto - más adecuado, intervienen una serie de variables cuyo planteamiento se expondrá en la parte correspondiente a "Métodos de Selección de Equipo".

OBSERVACION.- Se ha hecho uso de el término "planta de asfalto", debiendo ser "planta para la elaboración de mezclas - - asfálticas".

Ejemplo de Ajuste de la producción de planta continua.

Datos:

Producción requerida 100 Ton. por hora

Porcentaje de cemento asfáltico con respecto al peso de la mezcla.

CA = 5.2%

Peso específico del cemento asfáltico = 0.93 Kg/lt.

(a la temperatura de empleo)

De la calibración de las tolvas se tienen los siguientes porcentajes:

Tolva No. 3	19%
Tolva No. 2	49%
Tolva No. 1	32%

Solución:

1o. Se determina la cantidad de asfalto necesaria por minuto.

Producción de mezcla : 100 Ton/hora = 100 $\frac{\text{Ton.}}{\text{hora}}$ x (1,000 Kg) $\frac{\text{hora}}{60 \text{ min.}}$

P. mezcla = 1666 Kg/min.

% de cemento asfáltico +5.2%=0.052 (expresado en forma decimal).

Cantidad de cemento asfáltico +1666 x 0.052

C. de cemento asfáltico+86.6 Kg/min.

Haciendo la transformación a Lts/min.

86.6 Kg/min= 86.6 $\frac{\text{Kg.}}{\text{min.}}$ x $\frac{\text{1 Lt.}}{\text{0.93 Kg.}}$

C. de C Asfáltico= $\underline{93 \text{ lts/min.}}$

2.- Selección de la combinación de engranajes.

Dado que el gasto de la bomba para asfalto, en este tipo de plantas, se regula mediante engranajes intercambiables, se debe encontrar en la información que proporciona el fabricante, (catálogo o manual de operación de planta), cual es la combinación de engranajes de la que se puede obtener la cantidad de asfalto que más se aproxime a la requerida.

De los datos de fabricantes, se pueden obtener las siguientes cantidades de asfalto por minuto.

90 Lts./min. para combinación de engranajes A

94 Lts./min. para combinación de engranajes B

98 Lts./min. para combinación de engranajes C

Para este caso escogeremos la combinación de engranajes "B" que nos da 94 Lts./min.

Lo anterior producirá una ligera alteración en la dosificación calculada, ya que solo necesitamos 93 lts/min. por lo que es indispensable hacer una corrección a los cálculos originales.

3.- Corrección.

a).- Convertimos 94 Lts./min. a Kg./min.

$\frac{\text{94 Lts.}}{\text{min.}}$ = $\frac{\text{94 Lts.}}{\text{min.}}$ x $\frac{\text{0.93 Kg.}}{\text{Lt.}}$

$\frac{\text{94 Lts.}}{\text{min.}}$ = 87.5 $\frac{\text{Kg.}}{\text{min.}}$

b).- Calculamos la cantidad de material pétreo por minuto que será necesario para conservar el mismo porcentaje de cemento-asfáltico en la mezcla. Para 1666 Kg/min., (1,000 ton./hora)

de mezcla y 5.2% de cemento asfáltico, necesitamos 86.6 Kg/min. de cemento asfáltico. Qué cantidad de mezcla necesitamos producir para tener 5.2% de cemento asfáltico y 87.5% Kg./min. de cemento asfáltico.

$$\frac{X \text{ Kg/min. de mezcla}}{100\% \text{ de mezcla}} = \frac{87.5 \text{ Kg/min. de C. Asf.}}{5.2\% \text{ de C. Asf.}}$$

$$X \text{ Kg/min. de mezcla} = \frac{87.5 \text{ Kg/min}}{5.2\%} \times 100\%$$

Mezcla = 1682 Kg/min.

100% de mezcla - 5.2 de C. Asf. = 94.8% de material pétreo.

Mat. pétreo = 1682 Kg/min. x 94.8%

Mat. pétreo = 1682 x 0.948 Kg/min.

Mat. pétreo = 1594.5 Kg/min.

Resultado:

Cemento asfáltico = 5.2% del peso total de la mezcla 87.5 Kg/min.

Mat. pétreo = 94.8% del peso total de la mezcla 1594.5 Kg/min.

Mezcla 1682 Kg/min.

$$\text{Mezcla} = 1682 \frac{\text{Kg.}}{\text{min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ ton.}}{1000 \text{ kg.}}$$

Mezcla - 101 ton/hora. Comprobación de la producción.

La producción práctica resultó un poco mayor que la requerida originalmente de 100 ton/hora.

4.- Determinación de las cantidades en Kg/min., que es necesario dosificar de cada tolva, para producir la cantidad de mezcla calculada.

De los datos que proporciona el fabricante se puede obtener el número de vueltas del alimentador de áridos calientes (vuelta/minuto); si en este caso dicho valor es de 15.28, los kilogramos de material pétreo por vuelta se calcula así:

Mat. Pétreo = 1594.5 Kg/min.

$$\text{Por cada vuelta} = 1594.5 \frac{\text{Kg.}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ min.}}{15.28 \text{ vueltas}}$$

$$\text{Por cada vuelta} = 104 \frac{\text{Kg.}}{\text{vuelta}}$$

A continuación se calibra cada tolva de material pétreo caliente, por separado, haciendo variar la abertura de la compuerta y midiendo la cantidad de material que se obtiene en Kg/vuelta, para cada abertura en cm. La calibración de las tolvas de material caliente, se puede representar gráficamente (ver ejemplo de gráfica) a escala aritmética, teniendo en el eje horizontal la abertura de la compuerta en cm. (o pulgadas) y en el eje vertical la cantidad en Kg/vuelta (o Lbs/vuelta) que sale de dicha compuerta.

En este ejemplo la gráfica de calibración tiene como unidades libras por vuelta y pulgadas.

Para poder utilizar esta gráfica, hacemos la transformación de Kg/vuelta a libras/vuelta.

$$104 \text{ Kg/vuelta} = 104 \frac{\text{Kg.}}{\text{vuelta}} \times \frac{1 \text{ libra}}{0.454 \text{ Kg.}}$$

104 Kg/vuelta=229 libras/vuelta

Los porcentajes de material de cada tolva son los siguientes:

Tolva No.	Porcentaje	Libras/Vuelta
1	32%	0.32 x 229 = 73.3
2	49%	0.49 x 229 = 112.2

Tolva No.	Porcentaje	Libras/Vuelta
3	19%	0.19 x 229 = 43.5 / 229.0 Lbs./vuelta

La abertura de cada tolva se obtendrá de la gráfica de la calibración.

Tolva No.	Lbs./vuelta	Abertura en pulgadas
1	73.3	4.0
2	112.2	7.0
3	43.5	3.8

Ya a partir de este punto pueden hacerse cambios diferenciales, - los cálculos se efectúan sobre los Kg. de agregados por vuelta y se modifican las aberturas de las tolvas por medio de la curva de la gráfica de la calibración de suministro.

Es muy frecuente que al comenzar el funcionamiento normal de una - planta, la granulometría de la mezcla tome un aspecto algo distinto del obtenido en las mezclas de prueba. Con el objeto de mantener el producto dentro de los lineamientos del diseño, es conve--- niente efectuar pequeños cambios en las aberturas de las tolvas. - Estos cambios deben de llevarse a cabo con extremo cuidado y por - pequeños incrementos; antes de cualquier modificación, se requiere la seguridad de que se hace en la dirección adecuada.

CURSO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

TEMA: TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE. -- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL EQUIPO. CAUSAS QUE ORIGINAN DEFECTOS DE CONSTRUCCION Y METODOS PARA EVITARLOS Y CORREGIRLOS.

PROFESOR: ING. ROBERTO PASQUEL LUJAN.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

"TRANSPORTACION, COLOCACION Y COMPACTACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE".

ING. ROBERTO PASQUEL LUJAN.

Durante esta plática analizaremos la transportación, colocación y compactación de la mezcla asfáltica producida en planta, sin perder de vista que estas etapas son parte de un todo que abarca desde la obtención de los componentes de la mezcla hasta la entrega final del trabajo, y que el funcionamiento económico de cualquiera de ellas depende de una administración general eficiente.

El ciclo de la transportación se inicia en la planta asfáltica, con la carga de la mezcla y con una duración que depende de:

1.- La capacidad de la planta.
2.- El grado de humedad de los materiales pétreos.
3.- El tiempo de mezclado.
4.- La capacidad de la unidad de transporte.

Puede haber otros factores que influyan en el tiempo de carga de los camiones, como fallas en el suministro del algún material a la planta, pero no los consideraremos en esta discusión. Por lo general, para un trabajo determinado, el tiempo de carga es constante; la única forma de disminuir ese tiempo, en tales condiciones, es mediante el uso de silos para almacenar la mezcla.

El empleo de sistemas para el almacenamiento de la mezcla asfáltica mejora

la eficiencia de la transportación, puesto que, disminuyendo el tiempo de carga, reduce el número de camiones necesarios para una producción determinada. También mejora la producción diaria de la planta al no estar sujeta, para su operación contínua, a la disponibilidad de camiones.

El tiempo de descarga de la mezcla en la extendedora es constante, de aproximadamente dos minutos; puede abarise este tiempo, aunque muy poco, mediante el uso de un dispositivo dentro del cual descarga el camión y, al avanzar éste, forma un camellón frente a la extendedora.

En lo que más influye el acamellonador es en abatir el tiempo de espera para descarga de los camiones, cuando se juntan dos o más, frente a la extendedora. Mas adelante veremos la influencia de este dispositivo en la calidad de la carpeta terminada.

Completa el ciclo de transportación de la mezcla, el acarreo de la planta a la extendedora; esto es, el viaje del camión cargado y su retorno vacío. Este elemento del ciclo siempre es variable y depende de muchos factores, entre ellos:

1.- La velocidad máxima permitida.
2.- La densidad de tránsito.
3.- Obstáculos, semáforos, desviaciones, etc.
4.- El grado de las pendientes y el estado del camino.

Tenemos ya los tiempos que intervienen en el cálculo del ciclo y que determinan el número de camiones que vamos a emplear. La experiencia nos obliga a considerar otro factor: los tiempos de espera o demoras, pues tienen una muy

significativa influencia en la eficiencia global del trabajo.

Las demoras pueden ser: internas, o sea aquellas que ocurren, dentro del sistema global de la producción, ocasionando que alguna unidad tenga que esperar a otra para completar su ciclo, y externas: aquellas que son provocadas por causas ajenas al sistema de producción.

Son las demoras, internas y externas, las responsables de que el ciclo de transportación sea tan variable; además, si no es por la experiencia de muchos trabajos, no hay forma de suponer su duración. El objetivo, por lo tanto, debe ser la minimización de las demoras internas mediante, como dijimos antes, de la administración eficiente del sistema.

Consideremos ahora la capacidad que deben tener los camiones. Se ha demostrado, mediante observaciones en diferentes trabajos (Systems Analysis of Storage, Hauling and Discharge of Hot Asphalt Paving Mixtures, NAPA-Texas A & M University), que:

1.- La mayor economía se logra usando, para la transportación de la mezcla, las unidades de mayor capacidad que sea posible, desde plantas también de gran capacidad (600 Ton./hr.). Aun en plantas de 200 Ton./hr. se observarán los mayores rendimientos en los camiones grandes. Los camiones comparados fueron de 7.5 Ton., 15 Ton., y 22.5 Ton. (toneladas de 2000 lb.). Las distancias de los acarreos fueron de 1.0, 7.5 y 22.5 millas.

2.- La relación: peso de la unidad/H.P., es determinante; al camión mas eficiente, le corresponde el menor valor.

3.- Se logra la mayor eficiencia y por lo tanto la máxima economía, manteniendo en equilibrio las producciones de la planta y de la extendedora con el número adecuado de camiones.

Para nuestro medio, estamos obligados a considerar algunas limitaciones en cuanto a la capacidad de los camiones. Los muy grandes necesitan también reas grandes para efectuar las maniobras que requiere el trabajo, tales como: ueltas, retrocesos, acomodos, etc.; el ancho promedio de los caminos nacionales no permite el aprovechamiento eficiente de este tipo de unidades.

Con lo que hemos visto hasta ahora, podemos determinar tanto el número de nidades de acarreo, como decidir sobre la capacidad más conveniente de los amiones que necesitamos.

Lo anterior debemos aplicarlo aun cuando se alquilen camiones para efectuar l trabajo porque, como ya vimos, la eficiencia del sistema es muy sensible a stos factores.

Con camiones propios o alquilados, conviene que el personal que los opera bedezcan algunas reglas o recomendaciones:

1.- Ante todo, deben obedecer las indicaciones del personal que administra, tanto la planta como la extendedora; es en ésta, o sea en la descarga de la mezcla, donde el chofer contribuye a que se obtenga una buena calidad.

2.- Para evitar fallas y demoras, deben conservar sus camiones en perfectas condiciones mecánicas, tanto por el costo de la carga como por la temperatura que debe tener la mezcla al extenderse.

3.- Se acostumbra, después de limpiar la caja, embarrarle un poco de diesel para que la mezcla no se pegue y fluya mejor; después de hacerlo se le-

Al analizar la operación de extendido veremos otras recomendaciones, para el personal, con mas detalle.

El extendido de la mezcla asfáltica se lleva a cabo con una máquina extendedora-pavimentadora. Consiste ésta de dos partes principales: una es la parte tractiva y la otra una plancha flotante. La unidad tractiva proporciona la fuerza motriz a través de bandas de orugas o de neumáticos que ruedan sobre la base; ésta unidad incluye: la tolva receptora, los tornillos distribuidores de la mezcla, el motor, transmisiones, dos centros de control y el sitio para el operador. La plancha maestra es jalada por la unidad tractiva y consiste de: la placa maestra, vibradores o barra compactadora, controles para variar el espesor de tendido, controles para variar la pendiente transversal y los calentadores de la placa. A cada lado de la plancha maestra tiene un largo brazo que la conectan con la unidad tractiva con un centro pivote cada uno en el punto de unión. Este mecanismo le permite, a la plancha maestra, flotar sobre la mezcla mientras se tiende. La plancha, al recibir la mezcla que reparten los tornillos, la extiende y le aplica una compactación inicial mediante una barra o de vibradores. Al avanzar la unidad de tracción, jala la plancha hacia la mezcla haciendo que la superficie inferior viaje en una dirección paralela al avance de la máquina. La plancha mantendrá este nivel hasta que se cambie el ajuste de los controles correspondientes. La plancha niveladora maestra continuamente mantiene en equilibrio las fuerzas que actuan sobre ella, por lo que es importante mantener un ajuste adecuado en los mecanismos que le envían la mezcla.

1.- Los transportadores de la tolva a los tornillos deben trabajar uniformemente.

2.- Las compuertas que regulan el flujo de mezcla deben ajustarse convenientemente.

3.- Se debe conservar un nivel de mezcla uniforme frente a la plancha para que los tornillos lleven la cantidad justa de mezcla. La regla práctica para esto es que el tornillo esté cubierto de mezcla hasta las dos terceras partes de su altura.

4.- No deben moverse excesivamente los controles del espesor.

La operación de extendido propiamente se inicia con la colocación en su lugar de la extendedora sobre tacones de madera, de altura igual al espesor suelto que se va a extender; se coloca la plancha maestra y se ajustan los controles para que se mantenga ese nivel. Al avanzar la máquina se revisa el espesor mediante un escantillón. Esta revisión se hace continuamente para modificar la posición de la plancha, si acaso el espesor es mayor o menor que el deseado. Sin embargo, se debe considerar que al girar el control para corregir el espesor, el resultado se logra al haber avanzado la plancha de 20 a 30 metros. Estos controles solamente los debe mover o mandar mover el sobrestante o cabo del extendido, pues la uniformidad de la superficie terminada es afectada, como ya se dijo, por el abuso del ajuste contínuo de los controles.

Desde hace algunos años se emplean sistemas eléctricos o electrónicos para conservar o mantener la plancha maestra en un nivel de rasante determinado. Su empleo ofrece muchas ventajas en cuanto a la uniformidad de la superficie de rodamiento. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que este sistema, al mantener un nivel fijo, obliga a emplear mayor cantidad de mezcla, dependiendo de la uniformidad de la superficie de la base sobre la que se está extendiendo. Esto se debe a que, por lo general, se solicita un espesor mínimo y al respetarse éste, la extendedora llena las depresiones que existan en la base. Para la cuantificación de la cantidad de mezcla que se empleó en un trabajo, lo mejor es llevar la cuen-

ta del número de pesadas en el caso de plantas de pesadas, o pesar los camiones en el caso de plantas continuas, para que, conociendo el peso total de la mezcla empleada sea facil su conversión a unidades de volumen para su pago.

Usando un sistema u otro para el extendido, conviene seguir algunas recomendaciones generales:

1.- Observar continuamente, para su corrección inmediata, si existen segregaciones en los materiales.
2.- Observar también el aspecto de la mezcla para detectar posibles cambios en la cantidad de asfalto en ella. El color de la mezcla debe ser uniforme.
3.- Se debe llevar un registro de las temperaturas a que llega la mezcla, de cada uno de los camiones, revisando que esté dentro de los límites especificados.

La calidad de un trabajo, en que se empleó carpeta de mezcla asfáltica elaborada en planta, lo califica el usuario; generalmente, lo hace por la frecuencia con que se siente o escucha golpes de las llantas de su coche con cada borde transversal. Estos bordes (que pueden estar dentro de tolerancia), se pueden y se deben evitar. Para hacerlo, se deben eliminar interrupciones en la llegada de los camiones, pues la espera de la extendedora enfría la mezcla que queda bajo su plancha maestra, obstruyendo la uniformidad del extendido. Además, como ya vimos, tampoco se deben poner camiones en exceso; por lo que, lo mejor es trabajar la extendedora a una velocidad ligeramente mayor que la capacidad de la planta convertida en metros/minuto. Por ejemplo, una planta de 90 toneladas/hora de capacidad establecería la velocidad de la extendedora; suponiendo 5 cm. de espesor, 3.60 m. de anchura de extendido y el peso de la mezcla de 2.3 Ton./m3.

El peso de un metro de carpeta es:

3.60 m. x 0.05 m. x 1.0 m. x 2.3 Ton./m3. = 0.414 Ton./m.

La planta produce 1.5 Ton./minuto

La velocidad de extendido debe ser un poco mayor de:

$$\frac{1.5 \text{ Ton./min.}}{0.414 \text{ Ton./m.}} = 3.6 \text{ m./min.}$$

Esta velocidad le permite trabajar continuadamente a la extendedora, evitándose los bordillos.

La mejor forma de controlar la continuidad del extendido, es mediante el empleo de un acamellonador y de un levantador de mezcla. El acamellonador es un mecanismo que, mediante ganchos, se pega al camión de volteo. Es una caja de lámina de acero con una puerta ajustable en la que vierte su carga el camión. Al avanzar éste, la puerta (previamente ajustada para que deje pasar la cantidad de mezcla que exactamente vamos a usar), va formando un camellón frente a la extendedora. Frente a ésta se instala un levantador de aspas o cangilones que coge la mezcla del camellón y la deposita en la tolva de la extendedora. Las demás operaciones se llevan a cabo de igual forma.

Cuando se emplea el sistema de descarga directa de los camiones en la tolva de la extendedora, adquiere mucha importancia la disciplina de los choferes y la experiencia del checador o acomodador, a quién siempre deben obedecer aquellos. Se evitan defectos en el extendido observando estas recomendaciones:

1.- El camión debe detenerse antes de tocar a la extendedora.
2.- Es ésta la que, al avanzar, hace contacto con las llantas del camión, (ambas rodadas a la vez).

3.- A una señal del acomodador, el chofer levanta la caja justamente a la altura que se le señale.

4.- La transmisión del camión debe estar en neutral y el pie del chofer oprimiendo muy ligeramente el freno para evitar que se separen las llantas de los rodillos empujadores; la extendedora siempre empujará al camión.

5.- Solamente en casos de subidas en que la extendedora necesite ayuda, el camión usará tracción propia, cuidadosamente.

6.- Terminada la descarga, a una señal del acomodador, debe retirarse inmediatamente el camión.

El personal experimentado y la disciplina de todos los que intervienen en el manejo del sistema, son factores principales en la entrega de una carpeta de óptima calidad.

La única alternativa, para seleccionar el equipo de extendido, es entre el tipo de tracción mediante orugas o mediante neumáticos, pues como ya vimos, en cuanto a su capacidad, está determinada por el tamaño de la planta. Ambos sistemas ofrecen ventajas; la decisión, yo creo, están en la rapidez de movilidad que se necesite, no para un trabajo en sí, sino para la actividad a que se vaya a dedicar el equipo en un plazo largo. En cuanto al fabricante, todos ofrecen un producto de buena calidad; en este caso es determinante la capacidad de sus representantes para resolver problemas de suministro de refacciones y servicio de mantenimiento.

La compactación de mezclas asfálticas se logra fácilmente cuando se lleva a cabo a la temperatura adecuada, ésta debe iniciarse tan pronto como sea posible después de extendida la mezcla. El espesor de la carpeta influye en el grado de dificultad que encontremos para compactarla; entre más delgado sea el espesor, más pronto pierde temperatura y por lo tanto el rodillado debe efectuarse inmediatamente después del extendido. En cambio, si el espesor es de 7 cm. o más, la pérdida de temperatura es más tardada, proporcionando mayor tiempo para compactar. También el número de máquinas que se requieren para compactar la mezcla, interviene el espesor de la carpeta pues, entre más delgado sea éste, mayor es el avance longitudinal de la extendedora. Como la velocidad de los compactadores es limitada, necesariamente hacen falta en mayor número.

El equipo que tradicionalmente se emplea para la compactación de la mezcla, es:

1.- La plancha metálica de tres llantas lastrables, con peso de 10 a 14 toneladas.

2.- El compactador autopropulsado de nueve u once llantas neumáticas de peso variable. Algunos fabricantes ofrecen de hasta 30 toneladas.

3.- Planchas de dos y de tres ejes en tandem, su peso varía de 6 a 20 toneladas según el tamaño que se escoja.

Para cualquier trabajo, es conveniente que cuando menos se usen dos máquinas compactadoras.

La operación de compactación se puede dividir en tres fases:

1.- El planchado inicial. Se puede usar para esta fase la plancha de ejes en tandem, pero da mejores resultados la de tres llantas, manejado con las ruedas motrices hacia adelante, o sea, en el sentido del avance de la extendedora. El mayor peso en las llantas motrices y su grán diámetro incrustan la mezcla hacia abajo sin desplazarla. Durante esta fase se debe lograr casi totalmente la compactación. Se aplica el patrón de plan-

chado mas conveniente, según el ancho del equipo disponible procurando siempre cubrir la superficie extendida lo mas uniformemente posible.

2.- El planchado intermedio. Esta segunda fase se efectúa lo mas cercanamente que sea posible a la primera, mientras la mezcla asfáltica mantiene algo de su plasticidad y temperatura. Aquí se emplean las aplanadoras autopropulsadas de neumáticos, pues proporcionan la compactación muy uniformemente; tienen la tendencia a " cerrar " la superficie y, por lo tanto, contribuyen a la impermeabilidad de la carpeta y acomodan las partículas de los agregados por lo que aumentan la estabilidad. En realidad, esta fase no incrementa notablemente la densidad lograda por la plancha metálica, pero aporta seguridad contra deformaciones bajo condiciones severas de tránsito.

3.- El planchado final. Su única finalidad consiste en borrar las huellas del equipo que trabajó en las fases uno y dos. En esta se emplean planchas de ejes en tandem.

Hace algunos años se empesó a aplicar, para compactar mezclas asfálticas, el equipo autopropulsado vibratorio, sobre todo el que está dotado de algún mecanismo que disminuye la amplitud de la vibración para reducir la fuerza aplicada sin variar la frecuencia. Esto proporciona la posibilidad de efectuar las tres fases de compactación en una sola. Cada mezcla es, en algo, única y diferente a las demás, por lo que es necesario determinar en cada caso la forma o patrón de compactación, mediante vibradores. Estos pueden ser de un tambor liso metálico propulsado por llantas neumáticas o de dos tambores o rodillos con tracción en ambos.

Nosotros hemos empleado compactadores vibratorios Dynapac CA25A para compactar mezclas asfálticas, obteniendo resultados que consideramos satisfactorios, porque hemos logrado, en casi todos los casos, sustituir dos o mas máquinas con un solo vibrador. La secuela de compactación que generalmente empleamos es la siguiente:

1.- Una pasada, a todo el ancho, sin vibración. Esta se efectúa inmediatamente después del extendido en carpetas delgadas de hasta 5 cm. En carpetas más gruesas hay que esperar un poco, sin que se pueda establecer una receta, tal vez 60 metros atrás de la extendedora.

2.- Inmediatamente despues, se inicia la vibración a 2400 r.p.m. en baja amplitud. Aquí es muy importante determinar la velocidad lineal del compactador. Debe ser tal que no provoque grietas ni bordes, o sea, ni tan despacio que estemos aplicando demasiados golpes muy cercanos unos a otros, ni tan de prisa que espaciemos demasiado la aplicación de la fuerza provocando grietas. También ésta es una determinación práctica, producto de varias pruebas que hacemos al iniciar un trabajo. Por lo general, es suficiente con dos pasadas a todo el ancho y otra en alta amplitud para obtener el grado de compactación deseado.

3.- Si acaso es necesario, se retrasa el compactador para borrar alguna huella y dar el acabado final. En algunos trabajos nos hemos visto precisados a emplear, para esta fase final, un compactador de neumáticos, autopropulsados de 9 llantas.

La compactación por vibración puede ser efectiva aun estando la mezcla a una temperatura tan baja que sería inoperante el equipo de tipo estático, lo que permite emplear durante más tiempo el equipo y, por lo tanto, usar menos máquinas.

En cuanto a la elección del equipo, es muy conveniente, antes de tomar una decisión, observar detenidamente los compactadores vibratorios porque, tomando en cuenta la administración eficiente del conjunto, la máxima economía se logra, generalmente, empleando el menor número posible de máquinas; naturalmente, teniendo a la vista el resultado final que es la construcción de carpetas de alta calidad.

México, D. F., a 14 de marzo de 1974.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO. MODELOS MATEMATICOS

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

INTRODUCCION:

En las dos últimas décadas, los avances en el procesamiento electrónico de información y en la tecnología asociada al tema, han sido fundamentales para el desarrollo de nuevos procedimientos de solución de problemas en infinidad de actividades relacionadas con el trabajo intelectual, siendo la Ingeniería uno de los campos en que su influencia es de la mayor trascendencia.

Con objeto de señalar una de las innumerables formas en que la Investigación de Operaciones y el Cómputo Electrónico, pueden intervenir en la consideración de decisiones de una Empresa Constructora, se presenta una metodología en la selección del equipo necesario para efectuar movimientos de terracerías en la construcción de un camino.

Se pretende con ello despertar inquietudes para utilizar estas técnicas que representan ventajas económicas de fundamental importancia; las referencias bibliográficas que se citan al final del texto fueron elegidas bajo el mismo criterio.

En la presentación de esta metodología se ha seguido el siguiente esquema que consta de tres capítulos:

1) Se plantea formalmente el "problema de transporte" que consiste en determinar las cantidades de objetos que es necesario enviar desde cada uno de los puntos donde se obtienen o producen, hacia cada uno de los puntos donde se requieren o utilizan, de tal forma que el costo total de transporte sea el mínimo posible.

2) Se plantea el problema de la determinación de los movimientos de terracerías en la construcción de un camino en términos del problema de transporte, por lo que su solución óptima se encuentra en la solución al mencionado problema de transporte.

3) Se plantea en base a la aplicación ordenada y sistemática de la solución anterior, un procedimiento para determinar el equipo de movimientos de terracerías en la construcción de un camino de tal forma de encontrar el que ocasione el menor costo posible.

En el desarrollo de estos apuntes se ha procurado omitir notaciones y procedimientos matemáticos complicados con objeto de lograr una mayor facilidad en la comprensión del concepto que se desea exponer.

PROBLEMA DE TRANSPORTE.

El planteamiento del problema del transporte es el siguiente:

a) Se dispone de un total de unidades de un determinado artículo localizados en n diferentes orígenes (fábricas).

b) Existen en cada uno de esos orígenes las siguientes cantidades de ese artículo: a_1, a_2, a_3,..., a_i,..., a_n.

c) Los artículos se enviarán a m diferentes destinos (almacenes),

d) Requiriéndose en cada uno de esos destinos las cantidades b_1, b_2, b_3, ..., b_j, ..., b_m,

e) Además se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de transportar un artículo de cada origen i a cada destino j,

La solución al problema de transporte consiste en:

f) Determinar las cantidades X_{ij} de ese artículo que se deben enviar de cada uno de los orígenes i a cada uno de los destinos j

g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo, o sea, que el problema consiste en minimizar la función objetivo:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} X_{ij} \; C_{ij}$$

sujeta esta solución a las siguientes hipótesis o restricciones:

h) Hay una variación lineal en el costo de transporte en función del número de unidades transportadas, o sea que si el costo de enviar una unidad del origen i al destino j es c_{ij}, entonces el costo de enviar X_{ij} unidades será $X_{ij}\, c_{ij}$.

i) El total de artículos disponibles en los n orígenes debe ser igual al total de artículos requeridos en los m destinos, esto es:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j$$ y en consecuencia

j) La cantidad enviada desde cada origen i será igual a la cantidad a_j disponible, y la cantidad recibida en cada destino j será igual a la cantidad b_j requerida.

El problema de transporte planteado por Hitchcock (1941) e independientemente por Koopmans (1947) queda enmarcado dentro de los problemas de programación lineal relativos a la distribución o uso eficiente de un conjunto de recursos, limitados y relacionados entre sí, buscando generalmente maximizar los beneficios derivados de su utilización o minimizar los costos de su aprovechamiento; se caracterizan por el gran número de soluciones que satizfacen las condiciones básicas planteadas, debiéndose seleccionar entre ellas a la que, de mejor manera, satizface el objetivo deseado.

MOVIMIENTO DE TERRACERIAS COMO UN PROBLEMA DE TRANSPORTE.

Analizando el problema de movimiento de terracerías se observa que puede ser planteado como "Problema de transporte" de acuerdo con las siguientes consideraciones siguiendo cada uno de los incisos presentados en el capítulo anterior.

En efecto:

a) El artículo que va a ser transportado son m3 de tierra que se encuentran en cada uno de los cortes del camino a construir, así como también en "todos" los posibles bancos de material -- con lo que se integran los n orígenes de nuestro problema.

b) Se conoce el volumen de m3 disponibles tanto en cada uno de los cortes por efectuar, como en cada uno de "todos" los posibles, ésto es, se conocen las cantidades a_i de m3 disponibles en cada origen i,

c) Los m3 de tierra servirán para la construcción de terraplenes por lo que serán requeridos en cada una de las m secciones de

terraplén que se presenten en el proyecto,

d) Se conocen las cantidades b_j de m3 que se necesitan en cada una de las m secciones de terraplén,

e) Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de enviar un m3 de tierra de corte i (o sección de corte) a cada una de las secciones de terraplén j y además puede evaluarse el costo de obtención y envío de un m3 de tierra de cada banco también a cada sección de terraplén. Obsérvese que este costo está en función del equipo que pretende emplearse en la construcción del camino y de la distancia que existe entre el punto de origen y el de destino del material; a reserva de abundar posteriormente en estos temas, para efecto de continuar la exposición supóngase que el costo de recibir un m3 de tierra en cada sección de terraplén según cada uno de sus n posibles orígenes puede obtenerse fácil y rapidamente.

La solución de nuestro problema de movimiento de terracerías consiste entonces en :

f) Determinar las cantidades X_{ij} de m3 de tierras que hay que enviar y/o obtener de cada corte y cada banco de material i, a cada sección de terraplén j,

g) De tal manera que el costo total de transporte sea mínimo o sea hacer mínima la función objetivo.

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} C_{ij} X_{ij}$$

por otra parte, se observa con ciertas tolerancias razonables y de acuerdo con las consideraciones que a continuación se indican, que nuestro problema cumple con las hipótesis y restricciones del problema de transporte, ésto es:

h) Dentro de las limitaciones del análisis, podemos considerar que si el costo de enviar un m3 de tierra del origen i al destino j es c_{ij} el costo de enviar X_{ij} m3 será $C_{ij}X_{ij}$,

i) Como el total de m3 de tierra disponible en los cortes y en los bancos siempre será superior a los m3 de tierra requeridos para

la formación de terraplenes, se crea un terraplén ficticio para lograr que

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j$$

asignándole costos nulos de transporte a ese terraplén con lo cual se incluye en la solución la posibilidad de no utilizar material proveniente de los bancos a menos que sea conveniente, puesto que si la solución indica el envío de material de bancos a este terraplén ficticio, ello implica que esos volúmenes no son utilizados. Para cubrir la posibilidad de desperdiciar material de corte y compensar esos volúmenes con material de banco, pueden crearse tantos terraplenes ficticios como desperdicios posibles existan, cumpliendo siempre con la restricción de igualdad entre oferta y demanda y asignando los costos de transporte por acarreo de desperdicio que procedan, si el material proviene de cortes en cajón, y costos nulos para material proveniente de cortes en balcón y de bancos.

j) Entonces la cantidad de m3 por enviar de cada origen i será igual a la cantidad a_i disponible y la cantidad recibida en cada sección de terraplén j será igual a la cantidad requerida b_j.

DETERMINACION DEL EQUIPO DE TRANSPORTE.

El modelo descrito en los capítulos anteriores puede ser utilizado en la determinación del equipo de transporte procesando el modelo con diferentes curvas de costo unitario vs. distancia de acarreo correspondientes a los diferentes equipos de movimiento de terracerías y obteniendo el costo de transporte total.

Un análisis económico permitirá evaluar las alternativas simuladas en el modelo descrito.

BIBLIOGRAFIA.

Kaufmann, Arnold — "Invitación a la Investigación de Operaciones"

Gass, Saul — "Linear Programming Methods and Aplications"

Piña Garza, José — "Movimiento de Terracerías a Costo Mínimo"

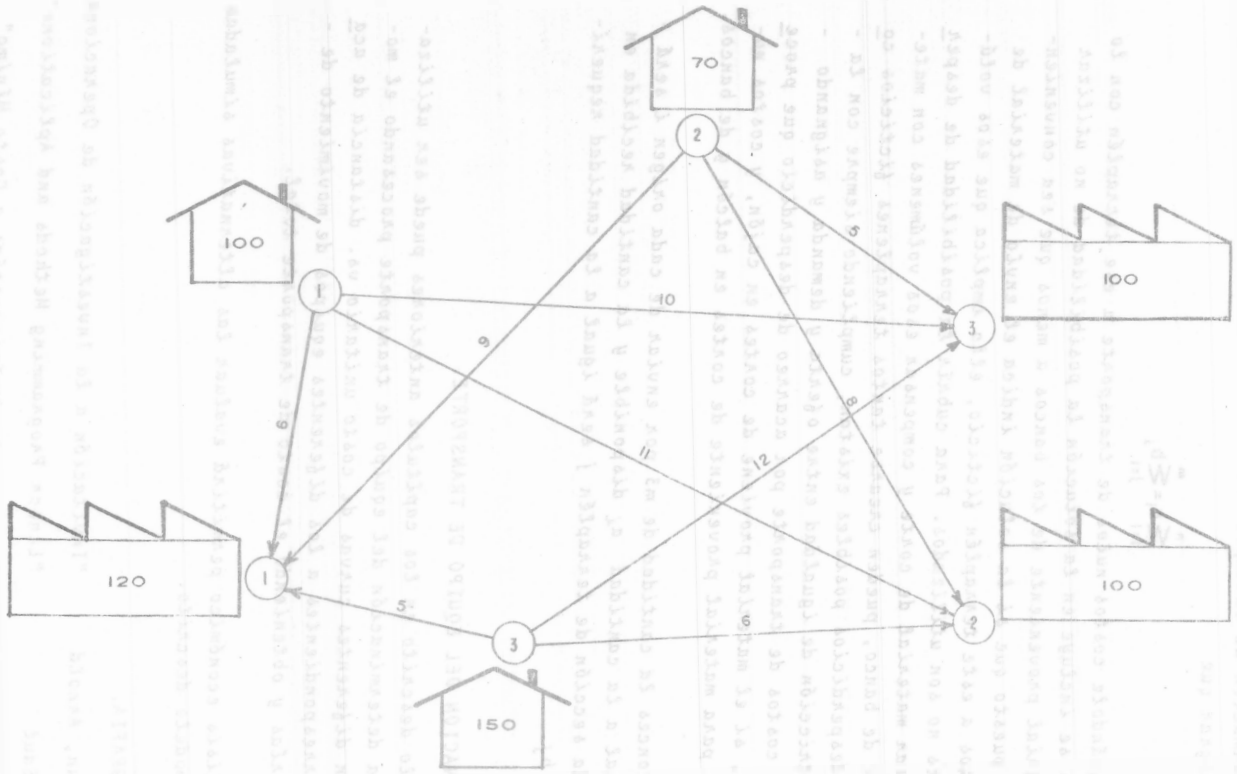


FIGURA 1

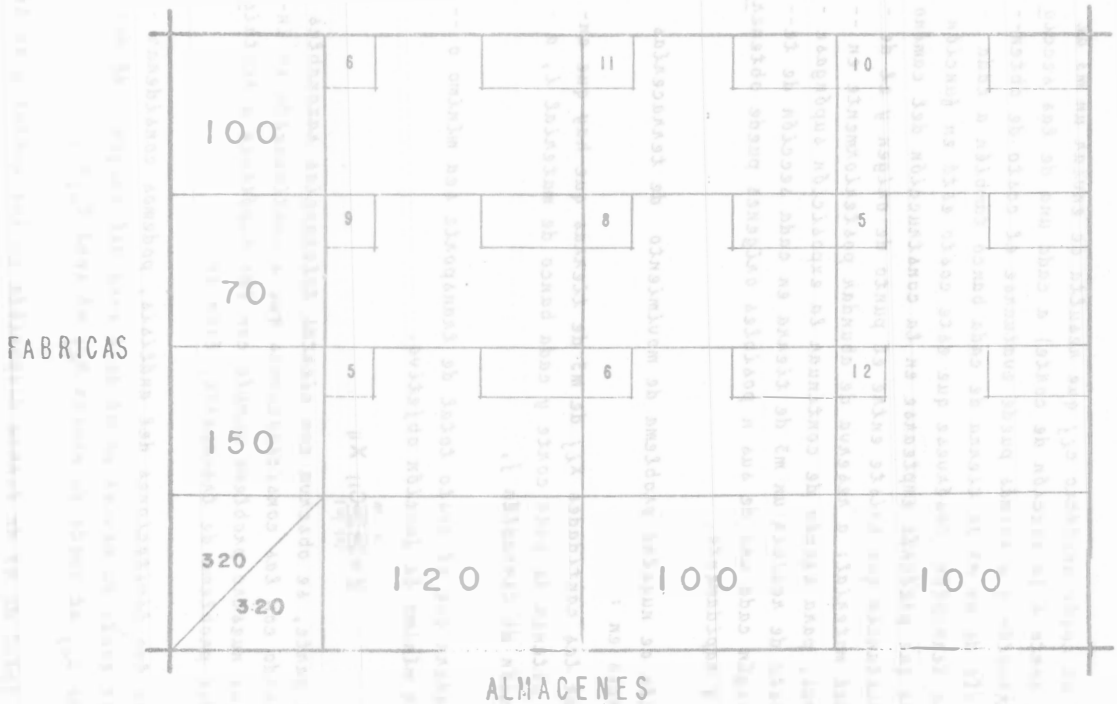
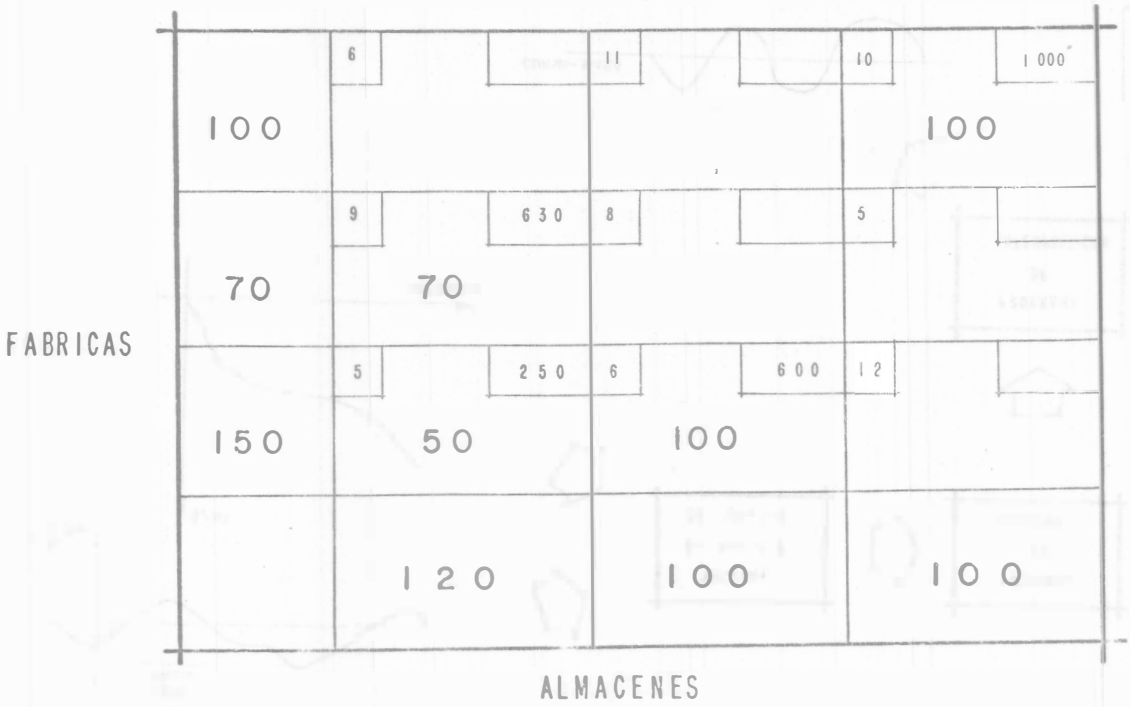
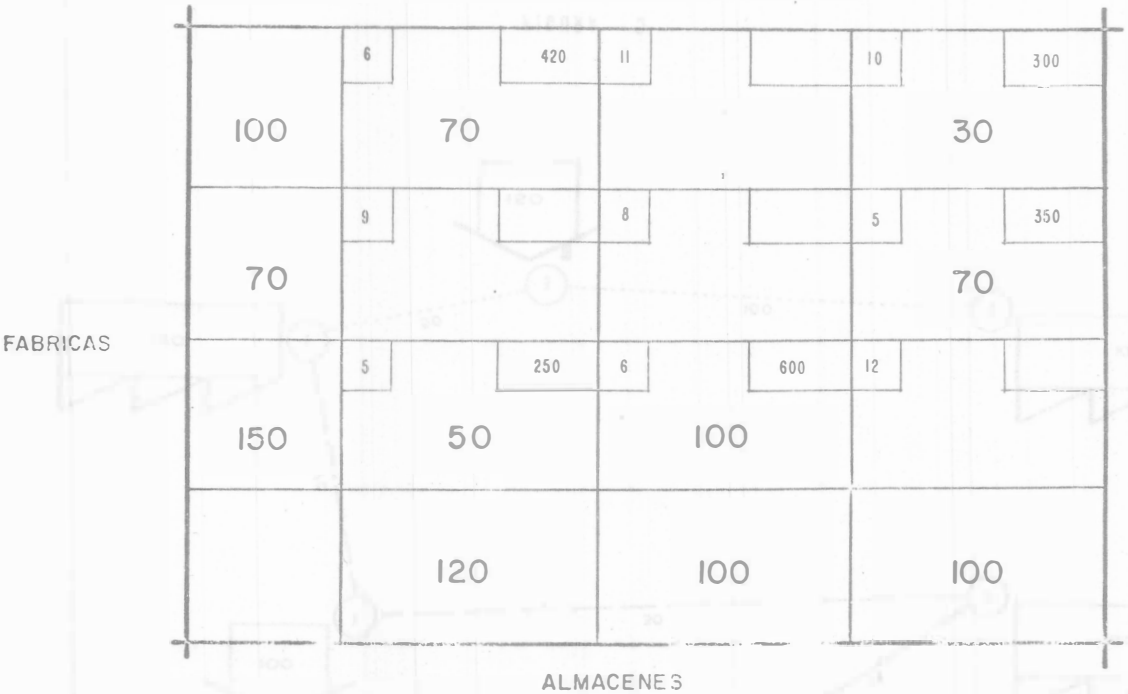


FIGURA 2



COSTO TOTAL = 630 + 250 + 600 + 1000 = 2480

FIGURA 3



COSTO TOTAL = 420 + 300 + 350 + 250 + 600 = 1920

FIGURA 4

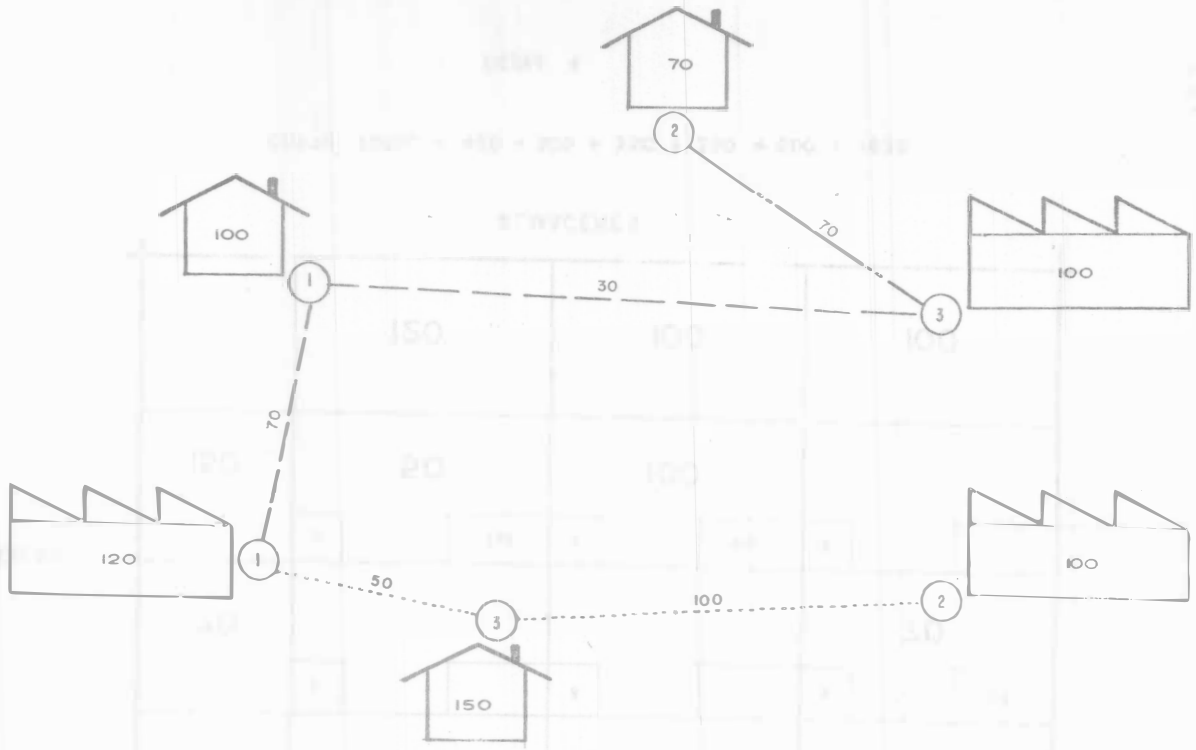


FIGURA 5

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

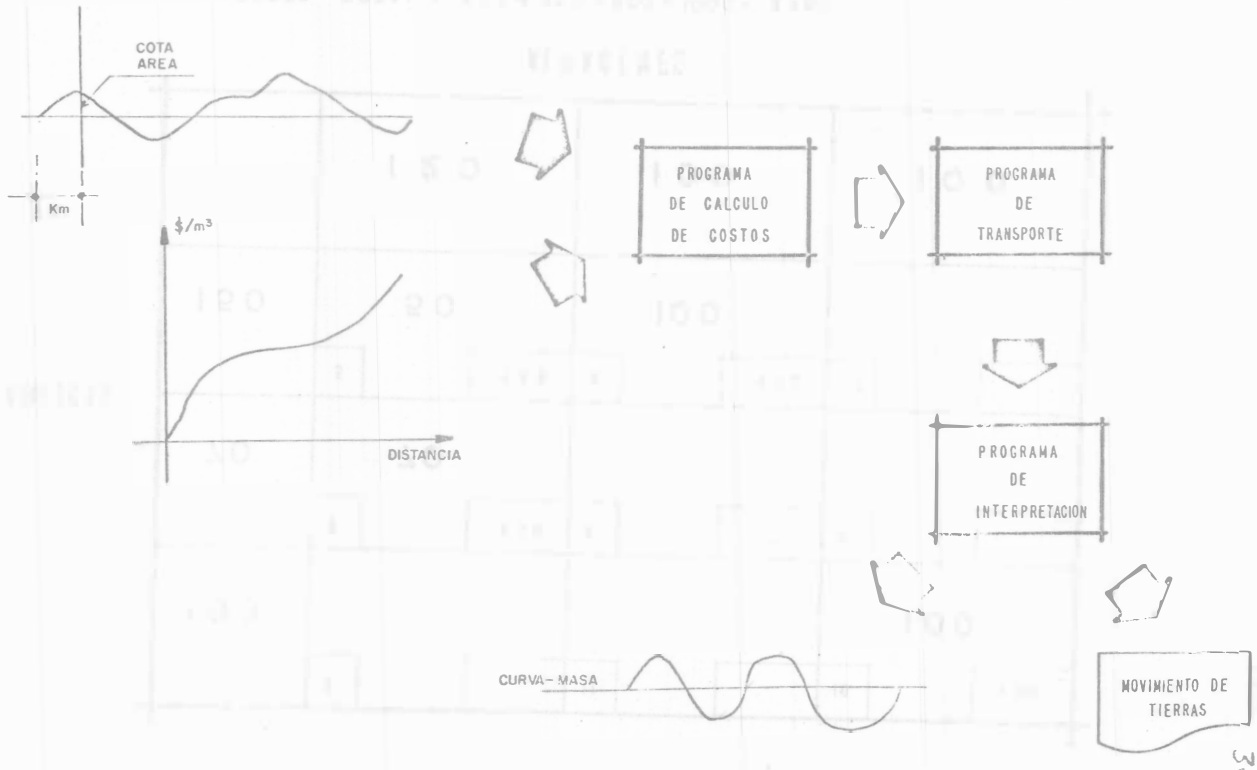


FIGURA 6

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"METODOS DE SELECCION DE EQUIPO"

ING. VICTOR HARDY MONDRAGON

MODELOS MATEMATICOS DE SIMULACION

Dicho de una manera general, un modelo de simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, y que incluye ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos que describen el comportamiento de un sistema real.

Las principales razones para emplear modelos de simulación para la solución de problemas complejos son las siguientes :

1. Es posible modelar un sistema en el cual la magnitud y complejidad de las variables que intervienen hacen muy difícil su solución por otros métodos.
2. Pueden introducirse cambios importantes en las variables del sistema sin que éste sea afectado.
3. Los modelos de simulación sirven para probar nuevas técnicas y actualizar ciertas políticas de operación del sistema modelado, sin afectar éste ni correr el riesgo de implementar un curso de acción que reste eficiencia al sistema.
4. Cuando se introducen nuevas variables en el sistema, la simulación puede emplearse para prever "cuellos de botella" y cualesquiera otros problemas que puedan ocurrir en su operación.
5. La simulación nos permite el estudio de sistemas dinámicos -

en un marco de tiempo real, acelerado o con holguras sin necesidad de experimentar en el sistema real.

6. Generalmente la simulación nos conduce a soluciones óptimas a un costo menor que empleando cualquier otro método.

Propiedades de los Modelos de Simulación

El próposito de un modelo de simulación es permitir al analista - determinar cómo uno o más cambios en algunos aspectos del sistema - modelado pueden afectar otros aspectos del sistema considerado como un conjunto. Dos propiedades básicas de los modelos deben tenerse en cuenta antes de proceder a su formulación: realismo y sencillez.

Los modelos matemáticos de cualquier sistema consisten de cua - tro elementos perfectamente definidos: componentes, variables, parámetros y relaciones funcionales.

Se llaman componentes a los elementos que constituyen el "medio ambiente" del sistema modelado. Las variables que aparecen en los - modelos matemáticos se emplean para relacionar una componente con otra y se clasifican en: exógenas, de estado y endógenas.

Las variables exógenas son las variables independientes o de en-- trada, y se supone que han sido predeterminadas y son independientes del sistema modelado; puede considerarse que actúan sobre el sistema pero que el sistema no actúa sobre ellas.

Las variables exógenas se pueden clasificar en controlables y no

controlables. Las primeras son aquellas fijadas por el "cliente" del sistema e.g. especificaciones granulométricas, producción, etc.... Las segundas son variables que se generan dentro del mismo sistema modelado, y son producto ya sea de la misma operación del sistema -- e.g.: desperdicio producido, o por el "medio ambiente" en que opera dicho sistema e.g.: operación, cambio de actitud del "cliente" del - sistema, etc.

Las variables de estado describen precisamente el estado del sistema o de una de sus partes constitutivas dentro del ciclo de operación. Estas variables se interrelacionan con las exógenas y endógenas, de - acuerdo a las relaciones funcionales del sistema. El valor de las va - riables de estado durante una cierta etapa de la operación del sistema puede depender no solamente en los valores de una o más variables -- exógenas de alguna operación anterior, sino también del valor de cier_ tas variables de salida de operaciones anteriores; e.g.: cargas de - recirculación trituración primaria o secundaria; producción de salida- del grupo primario, etc... Cuando este fenómeno ocurre, se dice -- que el sistema tiene una retroalimentación como se muestra en la figu_ ra 1.

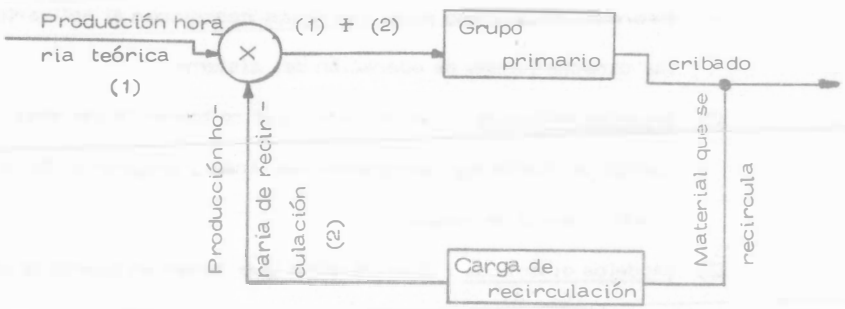


Figura 1 Operación de retroalimentación en el proceso de tritu - ración.

Las variables exógenas pueden emplearse de dos modos en los ex_ perimentos de simulación: como parámetros o datos de entrada pro -- porcionados por el "cliente" del sistema o como variables estocásti - cas que puede generar la computadora por cualquiera de los métodos - conocidos (Transformación Inversa, Técnica Montecarlo, etc.). En este caso emplearemos el primer caso, en el cual los valores de los - parámetros de entrada los proporciona el "cliente" del sistema (granu lometría, producción, alimentación de entrada).

Las relaciones funcionales que describen la interacción de las va- riables y componentes de un modelo, son de dos tipos: identidades y características de operación. Las primeras pueden tomar la forma - de definiciones de las componentes del modelo. Las segundas son hipó tesis, generalmente en forma de ecuaciones matemáticas, que relacio_ nan las variables endógenas y de estado a sus variables exógenas.

Como ejemplo, podemos tomar el modelo de selección de equipo - de trituración, en el cual deseamos obtener el costo unitario de pro -- ducción de una determinada planta. El modelo (simplificado), consis_ te de las siguientes variables, parámetros e identidades :

Variables exógenas :

1. Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.
2. Granulometría requerida por la demanda ("cliente" del -- sistema).
3. Producción horaria requerida.

Variables endógenas :

4. Costo unitario de producción.
5. Producto entregado por la planta.
6. Comparación del producto entregado con la especificación granulométrica.
7. Equipo seleccionado para la planta de trituración.

Parámetros :

8. Curvas granulométricas teóricas de las diversas tritura- doras, de acuerdo a ecuaciones derivadas de un ajuste de regresión multipolinómica.
9. Materias de producción horaria teórica, salarios de ope- ración, inversión inicial, etc. que forman el archivo de datos con los que trabaja la computadora.

Identidad :

C.U.T. = CUP + CINS + CUD

Siendo:

C.U.T. = Costo unitario total en $/m^3$.

CUP = Costo unitario de trituración y cribado.

CINS = Costo unitario de instalación.

CUD = Costo unitario del desperdicio.

Hemos considerado algunos de los elementos básicos de la generalidad de los modelos de simulación, ahora veremos una clasificación de dichos modelos, atendiendo a los elementos anteriormente mencionados.

A) Modelos determinísticos : En estos modelos, las variables endógenas y exógenas no son aleatorias, y se supone que las características de operación son relaciones exactas y no distribuciones probabilísticas. Este será el caso en que se clasifique el modelo de selección de equipo que se presentará.

B) Modelos estocásticos : Son aquellos en que cuando menos una de las características de operación del sistema, está dada por una distribución probabilística. Nuestro modelo teórico de selección de equipo para una planta de trituración podría contar con variables exógenas dadas en forma de distribución probabilística, desgraciadamente no hay aún suficiente

información de cómo estas variables reaccionan al aplicarles las características de operación del sistema.

C) Modelos estáticos : Son aquellos que no toman la variable tiempo en cuenta eg: programación lineal, programación no-lineal y teoría de juegos.

D) Modelos dinámicos : Son aquellos que toman en cuenta la variable tiempo para formar relaciones operacionales recurrentes entre las variables exógenas y endógenas del sistema modelado. Tal es el caso de la selección óptima de políticas de operación en el vaso regulador de una presa.

Planeación de Experimentos de Simulación con una Computadora

Para una planeación adecuada de un experimento de simulación, se sugiere que se sigan los siguientes nueve pasos.

I. Formulación del problema.

II. Recolección y procesamiento de datos.

III. Formulación del modelo matemático.

IV. Estimación de parámetros de características de operación a partir de los datos obtenidos.

V. Evaluación del modelo y estimación de parámetros.

VI. Formulación de un programa de computadora.

VII. Pruebas de validez.

VIII. Diseño de experimentos de simulación.

IX. Análisis de los datos obtenidos de la simulación.

I. Formulación del Problema :

El principio de una buena planeación de una simulación con -- computadora debe principiar con la formulación del problema o - una definición de los objetivos del experimento que se pretende -- realizar.

Para la formulación de problema, los principales autores en- el campo de la Investigación de Operaciones y las Simulaciones - de Sistemas Complejos con Computadora, sugieren que antes de- proceder, se identifiquen claramente las componentes del proble- ma.

1. Debe haber un "cliente" del sistema a quien interese la solu - ción del problema y que será quien definirá las políticas a se_ guir y los resultados que desea.
2. Debe haber por lo menos dos alternativas a seguir, es decir- que el "cliente" puede elegir el criterio de comportamiento.
3. Debe existir por lo menos un objetivo claramente definido por el "cliente" para orientar el criterio de la simulación hacia - ese objetivo determinado.
4. "Medio ambiente" dentro del cual se va a experimentar la si- mulación del sistema modelado.

Entonces, es importante, antes de principiar a trabajar en -- cualquier experimento de simulación, decidir cuáles serán los ob_

jetivos de la investigación y además establecer un criterio para - valuar el grado al cual nuestros objetivos son cumplidos por el ex_ perimento.

II. Recolección y Procesamiento de Datos :

Es sin duda la parte más ardua en la planeación del experimen to, ya que se lleva gran cantidad de tiempo y presupuesto del mo - delo.

Se pueden mencionar por lo menos cinco razones por las cua_ les es importante hacer una recolección y un procesamiento de da_ tos eficientes para que el experimento de simulación tenga éxito.

1. Es un requisito indispensable para la formulación del proble - ma contar con datos cualitativos y cuantitativos del sistema - que se piense modelar.
2. Los datos procesados y que nos son útiles, pueden sugerir hi_ pótesis que, empleadas en la formulación del modelo matemá_ tico, describen el comportamiento del sistema.
3. Los datos obtenidos nos pueden sugerir mejoras o refinamien_ tos de modelos matemáticos existentes del sistema que se va a simular.
4. Los datos ya procesados, sirven para estimar parámetros de las características operacionales que relaciona las variables exógenas, endógenas y de estado.

5. Si no se cuenta con datos, es imposible hacer pruebas de validez del comportamiento del modelo.

En el procesamiento de datos, se identifican seis funciones -- que juegan un papel muy importante en el proceso de implementación de un experimento de simulación. En la figura siguiente se muestran esquemáticamente estas seis fases.

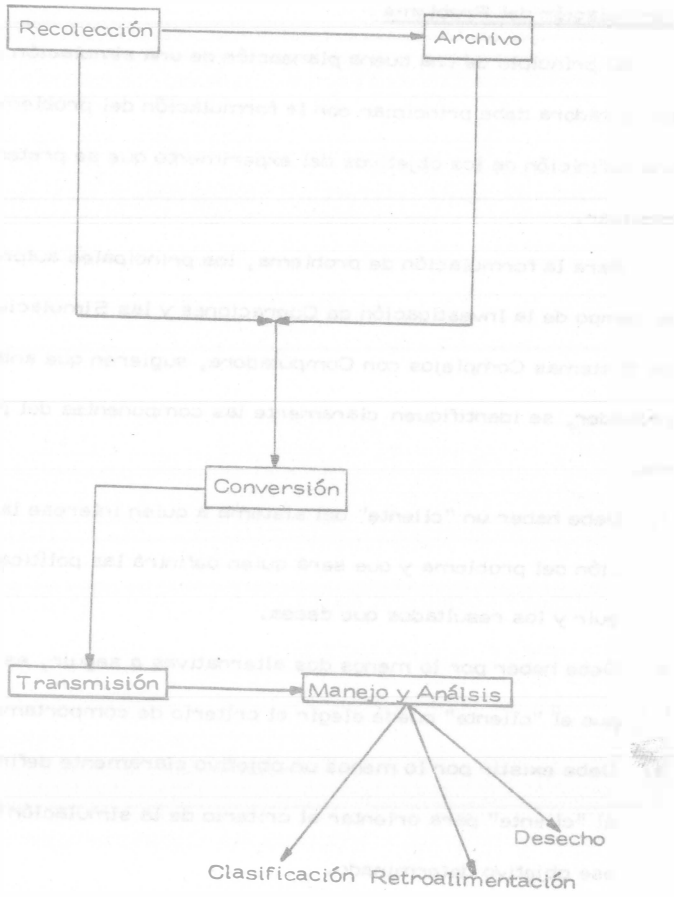


Figura 2 Esquema mostrando las fases del procesamiento de datos.

III. Formulación del Modelo Matemático :

Como se ha indicado anteriormente, la formulación del modelo matemáticó consiste de tres etapas.

Especificación de componentes.

Especificación de variables y parámetros.

Especificación de relaciones funcionales.

Una de las consideraciones básicas que debe intervenir en la formulación del modelo es el número de variables que deben incluirse. Generalmente no hay dificultad en cuanto a las endógenas, ya que se formulan como objetivos del estudio. Las variables exógenas son las que presentan mayor problema, ya que pueden llegar a invalidar completamente un experimento si sus relaciones funcionales con las variables endógenas y de estado no son correctamente formuladas.

Otra consideración importante en la formulación del modelo es su eficiencia computacional. Entiéndase esto último como la cantidad de tiempo requerido para cumplir con algún objetivo específico del problema. Dos son los objetivos principales que se persiguen en esta fase de la planeación del experimento: minimizar el tiempo de computadora requerido para generar valores de las variables endógenas, es decir, llegar a resultados finales. Nos interesa también minimizar el tiempo de computadora requerido para alcanzar un determinado grado de precisión en la estimación de los parámetros generados por el modelo de simulación.

Una última área que merece consideración en la formulación del modelo, es su validez, es decir, el "realismo" con que este representa el sistema que se está modelando.

IV. Estimación de Parámetros de Características de Operación

Una vez recolectados los datos y habiendo formulado el modelo matemático correspondiente, deben estimarse los valores de los parámetros del modelo y probar su significancia (pueden emplearse, y generalmente ésta es la forma, métodos estadísticos).

V. Evaluación del Modelo y Estimación de Parámetros :

Ya formulado el modelo y teniendo las características de operación de los parámetros pasamos a probar nuestro modelo. Esta fase del proceso representa la primera etapa de prueba de un modelo de simulación antes de meterlo a la computadora. Estamos probando la validez de nuestros datos de entrada y las suposiciones hechas que se correrán en la computadora. En el séptimo paso del proceso de simulación, nos importará la validez de los resultados generados por el modelo una vez corrido en la computadora.

Para valuar nuestro modelo, podríamos formular las siguientes preguntas :

1. ¿Se han incluido más variables de las necesarias y que podrían restar validez al modelo?.

2. ¿Se han incluido todas las variables exógenas que pueden --- afectar a las endógenas del sistema?.
3. ¿Se han formulado correctamente las relaciones funcionales- entre variables exógenas y endógenas de nuestro sistema?.
4. ¿Están los parámetros de las características operacionales - del sistema estimados correctamente?.
5. En base a cálculos hechos a mano, ¿cómo son los resultados obtenidos con los valores reales de las variables endógenas?.

Si todas las preguntas anteriores son respondidas en forma - satisfactoria, se puede decir que estamos listos para formular un programa de computadora. Si esto no ocurre, se tendrá que vol - ver a la formulación del problema y repetir el proceso hasta lo - grar una respuesta adecuada.

VI. Formulación del Programa de Computadora :

La formulación de un programa de computadora con el propósito de conducir el experimento de simulación con los modelos en estudio, requiere que se ponga especial cuidado en las siguientes- seis actividades :

1. Diagrama de flujo
2. Lenguaje de codificación
3. Chequeo de errores
4. Datos de entrada y condiciones iniciales
5. Generación de resultados
6. Reporte de salida

El diagrama de flujo debe delinear la secuencia lógica de los- eventos que debe llevar a cabo la computadora.

Después de elaborado el diagrama de flujo, debe elegirse el - lenguaje de codificación a emplear para llevar a cabo el experi -- mento. La elección del lenguaje más adecuado, redundará en un- menor costo, ya que la compilación del programa se hará en for - ma más rápida y eficiente.

Debe tenerse cuidado de que la generación de resultados y el reporte de salida, tengan un significado para el "cliente" del sis - tema y al mismo tiempo den información del comportamiento de la entidad modelada.

VII. Pruebas de Validez :

El problema de valuar los modelos de simulación con computa dora no es sencillo, sin embargo dos pruebas parecen ser apropia das para su valuación: ¿qué tan bien se ajustan los valores simu- lados a los datos históricos, si los hay?, ¿qué aproximación tie- nen los resultados del modelo de simulación con el comportamien_ to del sistema para períodos futuros?.

Además, no hay que perder de vista el marco de referencia - de los objetivos formulados al principiar la elaboración del mode- lo, para valuar el grado en que estos resultados los cumplen. -- Tampoco hay que olvidar que un excesivo refinamiento en la valua_ ción de los resultados puede resultar en una pérdida de tiempo y un mayor costo en el experimento.

VIII. Diseño de Experimentos :

Una vez probada la validez del modelo, se está en posibilidad de ampliarlo con combinaciones de otras variables, o integrarlo a otros modelos para tener un modelo del comportamiento de un sistema en gran escala.

Generalmente cuando se llega a esta fase de la experimentación es cuando puede considerarse el modelo tratado como un subsistema de un sistema de escala mayor al cual puede integrarse.

IX. Análisis de los Datos Obtenidos :

Esta fase es similar a la descrita en la segunda parte de la planeación del experimento de simulación con computadora, y aunque básicamente consiste en los mismos pasos, resulta más difícil valuar los datos de salida que los de entrada.

Debemos recolectar y procesar los datos de salida, así como interpretar correctamente su significado y si son de utilidad al "cliente" del sistema. Aquí se pueden emplear técnicas estadísticas para checar la distribución de los datos de salida y si realmente tienen un nivel de confiabilidad aceptable.

MODELO MATEMATICO PARA SELECCION CON COMPUTADORA APLICADO A LA SELECCION DE EQUIPO DE TRITURACION.

Veremos cómo el proceso de experimentación explicado anteriormente se aplica a la selección de equipo; en este caso de trituración.

Debemos recordar que para el diseño de una planta de trituración, hay una multitud de variables que hacen del problema uno de no fácil solución. Generalmente el equipo más adecuado se elige después de haber fracasado con varias alternativas de diseño y siempre resultan correcciones de última hora que muchas veces redundan en un cambio total del equipo elegido.

I. Formulación del Problema

El objetivo del problema es la selección óptima de equipo de trituración que cumpla con ciertas características granulométricas y de producción a un costo mínimo.

Llamamos selección óptima a aquella en la cual se cumplen los requisitos del "cliente" del sistema empleando las reservas disponibles para obtener un mínimo de costo y un máximo de eficiencia.

Las alternativas de solución que se presentan son numerosas combinaciones de equipos de trituración que cumplen con las especificaciones del "cliente" del sistema, pero que en muchos casos, no optimizan el sistema, es decir, que no obtienen un costo mínimo o las máquinas son muy sobradas, o resulta un desperdicio excesivo, etc.

Esta multitud de alternativas pueden resolverse "a mano", valuando cada alternativa y luego comparándolas para elegir la más económica. Otra alternativa sería elaborar un modelo matemáti-

co que nos sirviera para seleccionar este equipo y resolviera el - problema de combinar los equipos dando una solución óptima en un tiempo mucho menor que la primera alternativa.

Resolver el problema empleando un modelo matemático pre-- senta además la ventaja de que sirve para resolver problemas pos teriores sin necesidad de recurrir a todo el proceso de cálculo -- nuevamente; claro está que la inversión inicial es mayor en este - caso.

II. Recolección y Procesamiento de Datos

Deben reunirse datos para formar los archivos con los cuales trabajará el modelo en la computadora.

Producciones horarias de diferentes fabricantes, curvas de - granulometría, tablas de salarios, plantillas de trabajo, etc. De be tenerse mucho cuidado, en esta fase del experimento, en proce sar los dat os adecuadamente para seleccionar aquellos que real-- mente sean útiles al modelo matemático, esto no quiere decir que se reuna ún mínimo de datos, sino al contrario, se hará una me - jor selección mientras más datos se tengan respecto a los que se piensa pueden ser variables del sistema.

El procesamiento de datos requiere de comparaciones, extra_ polaciones, eliminación, etc., que son producto de un amplio estu dio de la información que se tiene a mano. Es obvio, por ejemplo, que no se incluirán en el modelo a todos los fabricantes del equipo, sino que se tomará aquel en el cual se pueden englobar los demás, por presentar éste características representativas del equipo en - su grupo.

Se encuentra que generalmente las únicas diferencias en es-- tos equipos son en la forma de ajuste de las toggles a la salida de las trituradoras de quijada, potencias requeridas, opciones que - no intervienen en gran escala para el modelo como sería la posi-- ción de la polea de mando; si las quijadas son intercambiables o - no; el tipo de amortiguamiento de las trituradoras de cono, la ex- centricidad de la flecha de los tazones en las quebradoras de cono, etc.

Un punto importante es la información estadística que se pue- da reunir respecto al comportamiento de plantas de trituración; - esto es, tiempos aprovechados, ciclos de producción, costos de - instalación, mantenimiento, etc., ya que al incluir estas varia -- bles en el modelo, darán factores de corrección que aplicados a - la simulación harán que los resultados obtenidos sean más reales y el modelo de simulación con computadoras tenga una mayor va - lidez.

III. Formulación del Modelo Matemático

Se trata de elegir un número mínimo de variables exógenas - (de entrada) para que el modelo sea fácil de manipular para cual - quier persona que esté un poco familiarizada con los problemas --

de selección de equipo de trituración.

Las variables de entrada serán :

a) Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.

b) Producción horaria total requerida.

c) Especificaciones granulométricas.

Debemos obtener como valores de las variables endógenas el tipo de máquinas a emplear, su producción en cada uno de los tamaños de material que se requiere y el costo horario de producción.

Si todas las combinaciones posibles se resolvieran "a mano", el tiempo empleado para encontrar una solución que cumpla con los objetivos del "cliente" del sistema, sería largo como ya se mencionó con anterioridad. Debemos entonces formular un modelo cúyo tiempo de solución con computadora sea mínimo; se recomienda para ello seguir un orden lógico en el planteamiento del modelo, estableciendo las relaciones funcionales y las variables y parámetros en la forma más sencilla posible. Se resolverá primero la trituración primaria, seleccionando todas las máquinas que cumplan con las especificaciones de producción y alimentación, luego se compararán las granulometrías especificada y teórica y por medio de sencillas relaciones funcionales, se obtendrán los superavits y/o déficits de esta fase de la producción. Luego se resolverá la parte secundaria en la misma forma, empleando los datos de salida del grupo primario y así sucesivamente. Al final se aplicarán los costos de operación a las diversas alternativas, considerando además desperdicios, fletes e instalación para obtener finalmente la solución óptima con un costo mínimo y una eficiencia máxima.

La adecuada recolección y procesamiento de datos redundarán en un mayor o menor realismo en el sistema ya que la adecuada formulación de relaciones funcionales y la selección de variables exógenas, endógenas y de estado dependerán en qué tan bien se hayan seleccionado los datos y si es que tienen relevancia para la formulación del modelo matemático.

IV. Estimación de Parámetros de Características de Operación

Deberá verificarse que las características de operación, que en este caso son las ecuaciones de las curvas de granulometría obtenidas por el método de regresión multipolinómica, representen adecuadamente las curvas dadas por el fabricante.

Hay programas de biblioteca que facilitan los fabricantes de computadoras que resuelven estos problemas. En este caso se empleó el llamado POLRG de IBM para obtener todas las ecuaciones de las curvas de granulometría, dando al mismo tiempo el nivel del grado de ajuste logrado por el programa.

V. Evaluación del Modelo y Estimación del Parámetro.

Debemos estimar si las variables incluídas como exógenas y/o endógenas, o sea que si los datos seleccionados como entrada

y de salida son suficientes para tener una información completa sobre el sistema modelado. Si las relaciones formuladas entre exógenas y endógenas son las características de operación que describen el comportamiento del sistema e.g.: la producción en supera vit del primario y el tamaño máximo de salida son válidos para la selección del equipo secundario; si los elementos del costo unitario de producción son fácil y rápidamente identificados y pueden compararse las alternativas de solución para obtener el óptimo.

VI. Formulación del Programa de Computadora

Como se estableció anteriormente, se seguirán los pasos descritos, aplicándolos al problema que nos ocupa.

1. Diagrama de flujo: en el diagrama de flujo que se anexa, se muestra el proceso que se sigue para resolver el grupo primario. El proceso es similar para los grupos secundario y terciario. Se presenta también el diagrama de flujo para el programa de costos.
2. El lenguaje de codificación elegido es FORTRAN IV, ya que no se trata de una simulación en que deban generarse datos y números que requerirían un lenguaje de simulación especial como SIMSCRIPT, PL/1, SIMPAC, etc.
3. Los errores se pueden checar, ya sea empleando subrutinas de "rastreo" de programas, o haciendo uso de artificios interconstruídos en la computadora que pueden detectar errores de lógica de programación o en el lenguaje de codificación.

4. Los datos de entrada se darán en tarjeta perforada, y se generarán los resultados en papel o disco, ya sea para diseño o para archivo. El reporte de salida incluirá todos los valores de las variables endógenas en forma útil y clara para el "cliente" del sistema.

VII. Pruebas de Validez

Juegan un papel muy importante los datos históricos y estadísticos con que se cuente para probar el ajuste del modelo. Esto servirá para checar si nuestro experimento de simulación ha representado adecuadamente el sistema que se ha tratado de modelar, o si son necesarios parámetros o características de operación, que aplicadas a las variables, den factores de corrección o ajuste para representar la realidad que nos ocupa.

En el caso del modelo de trituración, es posible contar con datos estadísticos de producciones y factores que la afectan. Con esto se elaboran histogramas de los cuales se derivan las correcciones necesarias al modelo.

VIII. Diseño de Experimentos

Llegamos a la fase de integración del sistema que hemos resuelto a otro de mayores proporciones. Baste simplemente considerar la producción de agregados como una parte de la fabricación de concreto, o bien, pensar en la integración de la planta a la explotación de la cantera para alimentar aquella con material de ésta.

En general, el modelo puede hacerse tan grande como uno -- quiera, dependiendo siempre de lo que el "cliente" del sistema de see, y la eficiencia computacional que pueda lograrse al incluir -- un número mayor de variables exógenas y endógenas. El modelar un sistema mayor en computadora puede resultar incosteable debi do al mayor número de datos que deberán recolectarse y proce -- sarse y al tiempo de computadora que se emplearía para resolver los valores de las variables endógenas.

Puede incluírse en este punto el análisis de los datos genera - dos por el modelo y su interpretación correcta para ver si cum -- plen con las necesidades planteadas por el "cliente" del sistema.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. VICTOR HARDY

MODELOS GRAFICOS:

Los modelos gráficos tienen la ventaja de mostrar visualmente la sensibilidad de los resultados a cambios en las variables de entrada.

Una de las soluciones gráficas más interesantes en el campo del movimiento de tierras , es aquella que nos da el tiempo óptimo de carga para una motoescrepa.

Las motoescrepas para cargarse, generalmente son empujadas por tractores para llenarse, y es claro que es más fácil cargar la primera yarda cúbica que la última, ya que ésta debe desplazar más material para entrar en la caja. Estas condiciones podemos representarlas en la siguiente figura;

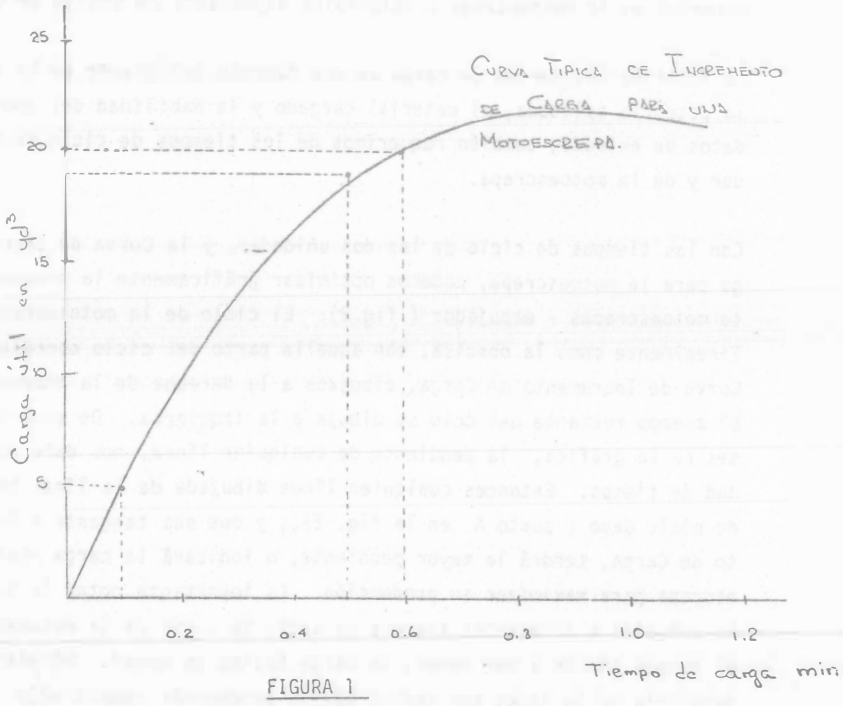


FIGURA 1

MODELOS GRAFICOS:

Los modelos gráficos tienen la ventaja de mostrar visualmente la sensibilidad de los resultados a cambios en las variables de entrada.

Una de las soluciones gráficas más interesantes en el campo del movimiento de tierras , es aquella que nos da el tiempo óptimo de carga para una motoescrepa.

Las motoescrepas para cargarse, generalmente son empujadas por tractores para llenarse, y es claro que es más fácil cargar la primera yarda cúbica que la última, ya que ésta debe desplazar más material para entrar en la caja. Estas condiciones podemos representarlas en la siguiente figura;

FIGURA 1

Nótese en la gráfica que las primeras 5 yd^3 se cargan en el mismo intervalo de tiempo que la última yarda cúbica. Entonces el costo de cargar la última -- yarda cúbica es 5 veces el costo promedio de las primeras 5 yd^3. Con este -- incremento de costo, es claro que hay un límite económico para optimizar el -- costo de la carga y acarreo.

Para algunos superintendentes el modo de maximizar la producción y minimizar -- el costo, es cargar tanto como se pueda en cada motoescrepa. Para otros, es - cargarlas hasta su peso límite. Otra solución generalmente aceptada es cargar las motoescrepas con " una buena carga ". empleando el empujador no más de un minuto. Un modelo gráfico de este problema nos mostrará que ninguna de las -- soluciones es correcta; o mejor dicho, serán válidas para condiciones muy es-- pecíficas y perfectamente delimitadas.

Los datos de entrada para la formulación del modelo son las Curvas de Incre-- mento de Carga (fig.1). Esta curva se obtiene en campo midiendo o pesando el material en la motoescrepa a intervalos espaciados de ciclos de carga.

La forma de las curvas de carga es una función del diseño de la motoescrepa, - la potencia aplicada, el material cargado y la habilidad del operador. Como - datos de entrada, también requerimos de los tiempos de ciclo de tractor empuja dor y de la motoescrepa.

Con los tiempos de ciclo de las dos unidades, y la Curva de Incremento de Carga para la motoescrepa, podemos optimizar gráficamente la producción del conjun to motoescrepas - empujador (fig.2). El ciclo de la motoescrepa se dibuja -- linealmente como la obscisa, con aquella parte del ciclo correspondiente a la Curva de Incremento de Carga, dibujada a la derecha de la ordenada del volúmen. El tiempo restante del ciclo se dibuja a la izquierda. De acuerdo a las unida- des de la gráfica, la pendiente de cualquier línea, nos daña volúmen por uni- dad de tiempo. Entonces cualquier línea dibujada de la línea base a un tiempo de ciclo dado (punto A en la fig. 2),, y que sea tangente a la Curva de Incremen to de Carga, tendrá la mayor pendiente, e indicará la carga máxima de la moto- escrepa para maximizar su producción. Es importante notar la sensibilidad de la solución a diferentes tiempos de ciclo de viaje de la motoescrepa: cuando - el tiempo tiende a ser menor, la carga óptima es menor. Nótese también que la pendiente de la línea que indica máxima producción cambia sólo ligeramente aunque

los tiempos de empuje, cambien considerablemente. Es claro que también puede obtenerse una producción máxima en un rango amplio de tiempos de empuje.

Si hay más que suficientes tractores empujadores para dar servicio a las motoescrepas, éstas serán el recurso limitante, y la máxima producción del sistema se alcanzará maximizando únicamente las motoescrepas. Si hay escasez de tractores o exceso de motoescrepas, el recurso limitante serán aquellos, y la maximización del sistema dependerá entonces de ellos. Para lograr ésto dentro del mismo modelo gráfico, el tiempo del ciclo de empuje se dibuja de manera semejante al de las motoescrepas (punto B, fig. 2). Se traza una línea tangente a la Curva de Incremento de Carga; nótese que hay que cargar menos volúmen en la motoescrepa, y nótese también que empujando un tiempo más largo, cuando hay motoescrepas esperando, la pendiente disminuye y por tanto la producción del sistema disminuye.

Para ciclos determinados de motoescrepas y empujadores, hay dos puntos óptimos indicados por la gráfica; uno cuando las motoescrepas son el factor limitante, y otro cuando son los tractores. Dependiendo de las circunstancias, la carga óptima puede estar dentro de estos dos límites, pero nunca fuera de ellos.

Es interesante notar que esta s conclusiones básicas son difíciles de implementar, particularmente cuando se trata de ingenieros experimentados que piensan que las máquinas deberán ser empujadas hasta que derramen por los bordes.

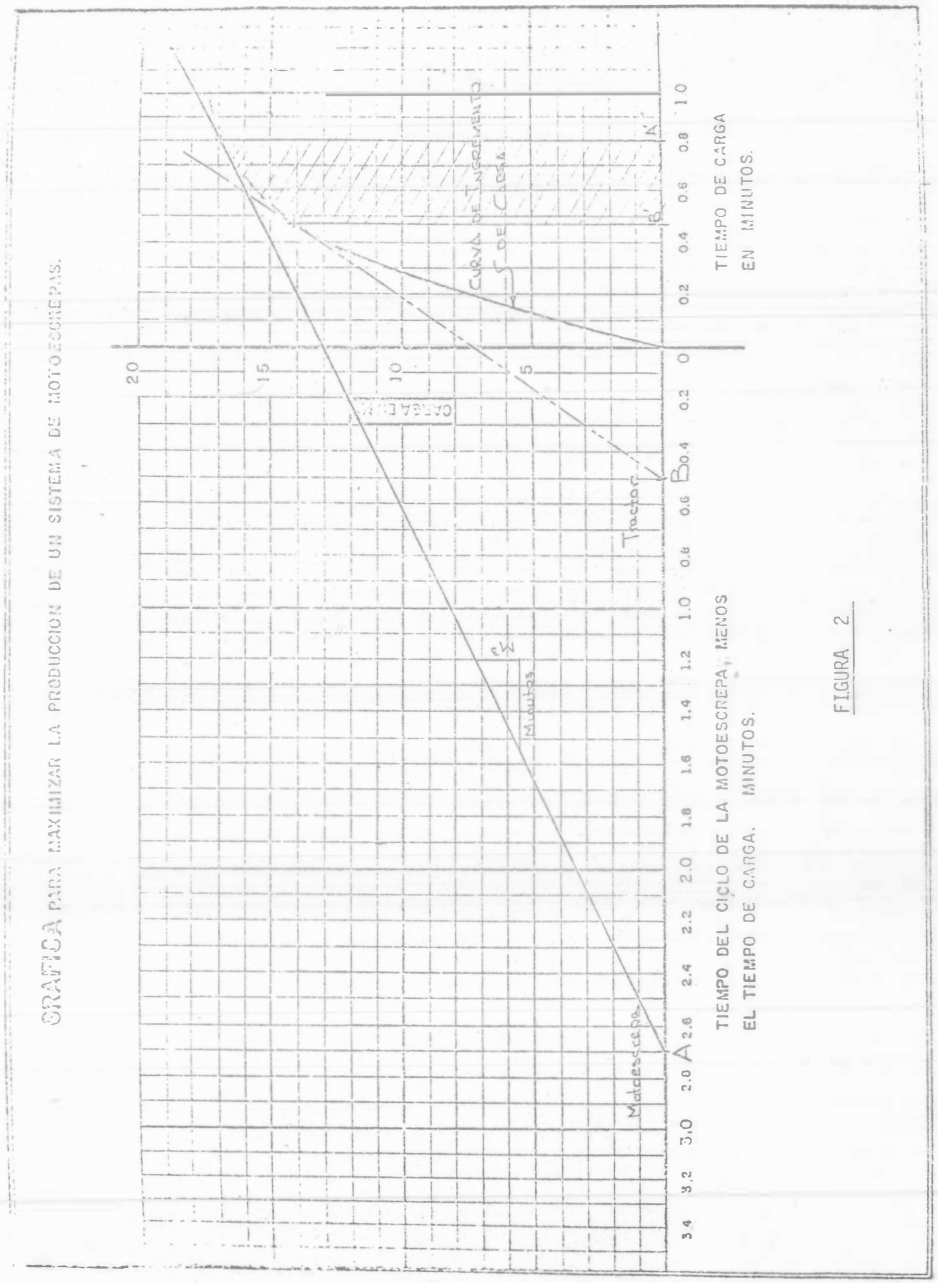


FIGURA 2

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. VICTOR HARDY M.

VARIABLES EXOGENAS DE ENTRADA

a) Tamaño máximo de alimentación al grupo primario.

b) Producción horaria requerida

C) Especificaciones granulométricas

FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO PARA EL CASO DE TRITURACION

1) Muchas variables

a) Tipo de máquina
- Quijada
- Conos
- Giroesfera
- Granuladoras

b) Número de máquinas
- ¿ 2 primarias ó 1 mayor ?
- ¿ producción vs granulometría ?
- ¿ Trituración secundaria o desperdicio ?

C) Inversión inicial

d) Costos de operación

2) Generalmente se procede por tanteos y resuta que la solución no es la óptima. Vuelta a calcular.

1) Ajuste a datos históricos.

2) Aproximación de predicciones a futuro: Validez.

PRUEBAS DE VALIDEZ

1) Diagrama de flujo.

2) Lenguaje de codificación.

3) Chequeo de errores.

4) Datos de entrada y condiciones iniciales

5) Generación de resultados.

6) Reporte de salida.

FORMULACION DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA.

1) ¿ Están incluídas las variables útiles ?

2) ¿ Se incluyeron las variables exógenas que afectan las endógenas con sus restricciones ?

3) ¿ Las relaciones funcionales son correctas ?

4) ¿ La estimación de parámetros es correcta?; ¿ Tiene significación estadística ?

5) ¿ Cómo se ajustan los valores de las endógenas a datos históricos ?

EVALUACION Y ESTIMACION DE PARAMETROS

LA FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO

consiste en :

1) Especificación de componentes
2) Especificación de variables y parámetros
3) Especificación de relaciones funcionales.
4) Eficiencia computacional
5) Objetivos de esta fase { Mínimo tiempo / Máxima eficiencia
6) Validéz (realismo) del modelo : Restricciones

1) Se necesitan datos cualitativos y cuantitativos del sistema que se piensa modelar.
2) Los datos procesados suguieren hipótesis de operación.
3) Los datos suguieren mejoras o refinamientos.
4) Los datos sirven para establecer relaciones funcionales.
5) Sin datos no se puede probar la validez del modelo.

I.- Modelos Determinísticos { variables exógenas, variables endogenas } no aleatorias
Carac. de op. = relaciones exactas

II.- Modelos Estocásticos { Características de operación = función probabilística

III.- Modelos Estáticos { El tiempo de ocurrencia de las variables no se toma en cuenta

IV.- Modelos Dinámicos { El tiempo que se toma en cuenta para formar relaciones funcionales recurrentes.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

I. SEMINARIO DE TRITURACION

II. ESTUDIO SOBRE SELECCION DE EQUIPOS DE TRITURACION

ING. VICTOR HARDY M.

A N E X O S

METODOS DE SELECCION DE EQUIPO

I. SEMINARIO DE TRITURACION.

II. ESTUDIO SOBRE SELECCION DE - EQUIPOS DE TRITURACION.

I. SEMINARIO DE TRITURACION

SEMINARIO TRITURACION DE ROCA

CELAYA, GTO.
3-IX-68

TEMAS A TRATAR:

1o. Generalidades de Geología
2o. Especificaciones granulométricas
3o. Generalidades de Trituración
4o. Trituración primaria
5o. Trituración secundaria y terciaria
6o. Molienda
7o. Equipo complementario { alimentadores, bandas transport., cribas, etc.
8o. Integración de grupos móviles
9o. Plantas fijas
10o. Solución de un problema

GENERALIDADES DE GEOLOGIA:

Producción E.E.U.U. > 1'000,000 ton. proyectos de construcción; más del 50% en carreteras.

Agregados:

Prod. físicos: dureza; índice para determinar la calidad de un agregado; resistencia a desgaste; fractura angulosa; no hay lajeado.

Dureza: Escala de Mohs

1. Talco
2. Yeso
3. Calcitas
:
7. Cuarzo
10. Diamantes

- Rocas suaves: Calizas en general.
- Rocas de dureza media y dura: Arenisca, Granito y Grana natural, Basalto.
- Muy duras: Andesita, Basalto.

Prueba de rayadura en una uña como ejemplo de una dureza 2.5

- Rocas materias primas de agregados { Igneas, Sediment., Metamórficas

ROCAS IGNEAS:

- Rocas Igneas { Intrusivas : Granito (grano grueso); Extrusivas : Basalto (cristales pequeños)

Minerales de Granito { Cuarzo, Feldespato, Mica

- ¿El cambio de color tiene algo que ver con que sea intrusiva o extrusiva? Intrusivas claras, y extrusivas obscuras.

ROCAS SEDIMENTARIAS:

- Pueden tener origen químico u orgánico y agentes de intemperismo.

Rocas Sedimentarias { Calcáreas, Silícosas

ROCAS METAMORFICAS:

Igneas o Sedimentarias actuadas por presión y temperatura elevadas, que cambian totalmente su estructura.

Arenisca ⟶ *Cuarcita*

-¿Pueden influir otros minerales, o simplemente acción de temperatura y presión?

COMENTARIOS:

- Clasificación según su comportamiento ante la máquina de trituración:

a) Rocas Calcáreas	*($CaCO_3$)*	*> Producción, < Desgaste*
b) Rocas Silicatadas	*(SiO_2)*	*Abrasivas y duras, < Producción, > Desgaste*

ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS :

Arena : Material granular fino 1/4" desintegración natural o artificial de una roca.

Grava: Mat. granular grueso.

Agregado bueno : roca buena dura, durable. y sana

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELECCION DEL SITIO:

a) Cercanía
b) Drenaje
c) Cantidad suficiente de material
d) Sección adecuada del frente de ataque

PRUEBAS EN ROCAS:

a) Resistencia
b) G.E.
c) Forma particular
d) Fractura
e) Partículas suaves
f) Granulometría
g) Humedad, etc.

CLASIFICACION DE AGREGADOS EN ESTADO NATURAL:

Graduación:

1) densa (> 10% polvo)
2) abierta (< 10% polvo)
3) tamaño predominante

PRUEBAS AGREGADOS:

1o. Gravedad específica (e) y densidad.
2o. Peso volumétrico ⟶ densidad.
3o. Granulometría.
4o. Porcentaje de desgaste ⟶ resistencia a la abrasión.
5o. Módulo de finura.

Para concretos hidráulicos:

Concreto masivo, grava hasta de 6"

CLASIFICACION GRAVA :

No. 1	*1/4"*	*- 3/4"*	
No. 2	*3/4*	*- 1 1/2*	*± 5%*
No. 3	*1 1/2*	*- 3*	
No. 4	*3*	*- 6*	

ARENA:

Malla	% Retenido
4	0
8	10
16	15
30	25
50	25
100	17
Charola	3

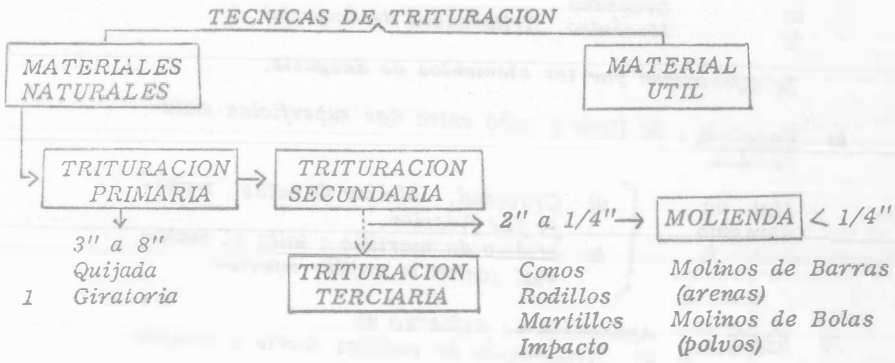
Mf. 2.4 a 2.9

CONCRETO HIDRAULICO:

Malla	% Pasa
3/4	100
1/2	78
3/8	65
1/4	55
4	47
10	33
40	17
200	5

Debido al estricto control de calidad que se tiene, el costo se eleva un poco; redituando economía en mantenimiento de la obra y garantizando un correcto funcionamiento de una estructura.

COMENTARIOS:



3o. TRITURACION MOLIENDA Y PROCESOS DE AGREGADOS PETREOS

TRITURACION Y FRAGMENTACION DE LAS ROCAS:

Clasificación de rocas ante las máquinas de trituración. { Calcáreas / Silicosas

- Estructura roca : (ver manual)
- Tipo de fractura : (ver manual)
- Características físicas y mecánicas de las rocas.

TRITURACION:

Aplicación de esfuerzos > de ruptura para que ocurra la fragmentación.

- METODOS DE REDUCCION

a) Impacto
b) Desgaste
c) Corte
d) Compresión

} Se pueden combinar

a) Impacto : Choque violento; puede ser:

a) Gravedad
b) Mecánico (trituradora de impacto)

Se diferencían por los elementos de desgaste.

b) Desgaste : Se lleva a cabo entre dos superficies endurecidas.

Mat. no abrasivo
- a) Gravedad. Molino de bolas ; trabaja por fricción.
- b) Molino de martillo ; talla el material contra la rejilla inferior.

c) Corte : Aplicación de esfuerzo de
a) trituración de rodillos (corte y compresión).

d) Compresión : Superficies que se acercan alternadamente; se combina con corte e impacto.

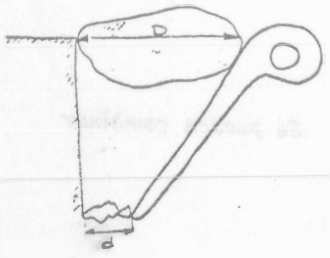
a) Quijada
b) Cono
c) Rodillos

PROCESO DE TRITURACION:

Etapa primaria ⟶ 3" a 6"
Etapa Secundaria ⟶ 1" a 2"
Etapa Terciaria ⟶ 1/4" a 3/4"
Molienda ⟶ 0" a 1/4"

Se necesitan máquinas especiales para el tipo de material a procesar, y de la reducción que se quiera obtener.

Indice de reducción: Ir.



$$I_R = \frac{D}{d}$$

$$I_R = \frac{D}{d}$$

- Quijadas 6/1 - 10/1
- Conos 4/1 - 6/1
- Rodillos 3/1
- Martillos 13/1
- Impacto 30/1

$SiO_2 < 6\%$, sino, no resulta.

Cubicidad: Se mide con el coeficiente volumétrico de la partícula : Cv.



$$V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$$

$$C_v = \frac{V}{V'} \leq 1$$

Trituración ⟶ 0.15 a 0.20

4o. TRITURACION PRIMARIA:

La más usual es la de quijadas en trabajos pequeños o medianos.

a) Bloque o doble toggle
b) Simple togle
c) Tipo Dodge
d) Percusión

a) Doble toggle : Instalaciones mineras , de alta producción; materiales pétreos, con alto contenido de sílice, e instalaciones fijas debido a su enorme peso.

b) Simple toggle: tiene un movimiento vertical y horizontal combinado, que resulta en un movimiento elíptico.

Alimentación: Por la boca de la quebradora, dependiendo del tamaño de la abertura.

406

c) Dodge : *Quijada móvil en forma de triángulo; de pequeño tamaño.*

d) Percusión : *Machaqueo rápido del material; minerales demasiado duros.*

Quebradoras Giratorias :

Para trituración primaria. El funcionamiento tipo es similar a las de quijada, empleadas generalmente para roca caliza.

a) *Flecha soportada*
b) *Flecha suspendida*
c) *Flecha fija*
d) *Cabeza suspendida, fina y extrafina*

Generalmente se usan como secundarias y terciarias y poco como primarias.

COMENTARIOS:

- *Quebradoras Primarias*
  - *Quijadas*
    - *Blake*
    - *Simple toggle* → *casi sin cambios*
  - *Giratorias*
    - *Dodge*
    - *Percusión*
    - *Flecha fija*
    - *Flecha soportada* > *producción*
    - *Cabeza suspendida*

407

5o. *TRITURACION SECUNDARIA Y TERCIARIA*

Granuladora de Quijada
Trituradora Conos
Trituradora Rodillos
Trituradora Martillos

a) Trituradoras de Cono : *Permite la obtención de material muy fino, debido a que se puede regular la salida mejor.*

Cabezas

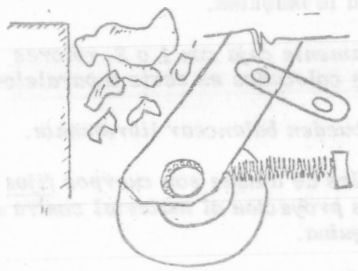
a) *Corta. - Mat. muy fino*
b) *Standard. - Mediano y fino*

Se miden por el diámetro de la cabeza inferior.

- *Se pueden adaptar cámaras diferentes para la trituración deseada.*

Tratamiento de materiales duros y abrasivos no pegajosos y en etapa secundaria o terciaria; producto con finos.

- GRANULADORA DE QUIJADA : *La excéntrica en el mismo plano de la boca de salida; regulación por quijada fija.*



- *compresión*
- *restregamiento*

Tiene mayor producción debido a la facilidad de evacuación Recomendadas para trituración secundaria, y con materiales duros y abrasivos no pegajosos; poco contenido de finos.

TRITURADORA DE RODILLOS (presión y escarificado)

a) Simple rodillo y quijada fija
b) Doble rodillo

a) Simple Rodillo

Trituración de material pegajoso y material obtenido con muchos finos.

b) Doble Rodillo

El material se tritura al pasar entre los rodillos que pueden ser lisos o dentados.

c) Triple Rodillo

Tamaño de alimentación > que la anterior, pero necesita > potencia.

- El tamaño de la alimentación va en relación con el ø de rodillos.

- Para materiales con poco contenido de sílice.

TRITURADORAS DE MARTILLO E IMPACTO

Choque de material contra la máquina.

a) Martillos: Básicamente caja con 1 o 2 rotores con miembros móviles colocados en serie o paralelos.

Los martillos se pueden balancear libremente.

b) Impacto: Los útiles de ataque son cuerpos fijos al rotor, los cuales proyectan al material contra la carcaza de la máquina.

- Para materiales fáciles de triturar y quebradizos, menos de 5% de sílice.

COMENTARIOS

TIPO	INDICE DE REDUCCION MEDIO	TIPO DE MATERIAL
Cono	4:1 a 6:1	Duros y Abrasivos
Granuladoras de Quijada	3:1 a 4:1	Duros y Poco Abrasivos
Rodillos	3:1 a	Duros y Poco Abrasivos
Martillos e Impacto	15:1 a 30:1	Suaves y No Abrasivos

GRADO DE ABRASIVIDAD DE UN MATERIAL: función directa del contenido de Sílice.

Contenido de SiO_2

0 - 7%	Poco abrasivos
6% - 50%	Abrasivos
50% o más	Muy abrasivos

6o. MOLIENDA

Molinos de bolas y barras.

Cilindro de acero estructural con recubrimiento interior dependiente de la abrasividad del material a moler.

Demolición provocada por el giro de barras o bolas en el interior del cilindro.

Los mandos son:

a) Apoyado en los extremos y mov. de corona y piñón.

-¿Qué se controla con las RPM? - Dependen del tamaño del material; a > tamaño, < RPM.

b) Cilindro apoyado en ruedas de camión, el cual tiene movimiento del diferencial.

Diferencias: en el grado de finura, de la molienda, barras entre 1/4" y # 48 como máximo.

- La finura obtenida, depende de la posición de la salida del molino; axial, laboral o de fondo (barras).

- Molino de bolas, alimentación y descarga axial.

- ¿Cómo se logra la finura deseada? - en el molino de bolas.

- ¿Diámetro de bolas y barras, como influyen?

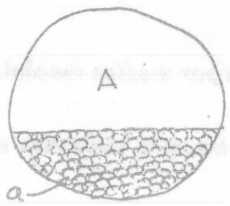
Granulometría
Diámetro de bolas { Grado de finura ⟶ diámetro
Dureza del material ⟶ peso

COMENTARIOS :

Molinos de Barras 1/4" - No. 50
Molino de Bolas < Malla No. 50

Produce arenas de corrección. -

Variando las RPM, el peso de las bolas y la cantidad de agua, se puede obtener la granulometría deseada.



Coeficiente de llenado.

$\frac{a}{A} \times 100$

20% a 40%

Se deben hacer pruebas de laboratorio para determinar el coeficiente de llenado.

7o. EQUIPO COMPLEMENTARIO

a) Cribado y Lavado:

1. - Cribado

Clasificación del material al pasarlo por una serie de mallas. - Controlan la granulometría de agregados pétreos y se puede lograr tener una mejor uniformidad en la clasificación.

Clasificación de Cribas:

{ a) Tipo Giezzly
b) Vibratorias
c) Rotatorias

a) Tipo Grizzly :
Vibración por mecanismo excéntrico colocado en la misma caja del aparato. Se utiliza como alimentador para materiales que no necesitan trituración primaria. Se usa en grupos fijos o móviles.

b) Vibratorios:

{ 1. - Horizontal
2. - Inclinada

- La horizontal tiene un mecanismo complicado, pero tiene una mejor eficiencia de cribado que la inclinada.

- La vertical, generalmente en instalaciones fijas, obteniéndose resultados satisfactorios.

- La vibración, puede ser producida por medios mecánicos o electromagnéticos.

c) Rotatorias: formados por una estructura cilíndrica con mallas.

ELEMENTOS PARA CALCULO Y SELECCION DE CRIBAS

Naturaleza del producto a cribar
Origen
Forma — Producción
Densidad — Tamaño a clasificar
Tamaño mayor
Humedad Normal
Humedad Máxima
Granulometría

Capacidad de cribas vibratorias:

$$Q = Area\ (ft^2) \times A \times B \times C \times D \times E \times F$$

Q: Cap. de cribado en ton/hora.
A: Factor cap. específica.
B: Factor de % de sobretamaño alimentado.
C: Eficiencia de cribado.
D: Factor de % de material inferior a la mitad de la malla, contenido en la alimentación.
E: Factor de cribado por vía húmeda.
F: Factor de piso.

-LAVADO

Gusanos Lavadores: Para lavar por vía húmeda los materiales. Son un equipo para elaborar arenas calibradas para elaboración de concreto.

Desenlodador: Serie de paletas que impulsan al material a salir. Recomendado para lavado vigoroso de granos de río contaminads con arcilla, para obtener un producto deseable.

Lavado Vía Seca: Humedades abajo de 4%, elimina por medio de ciclones el polvo indeseable. Cuando no se consiga en el lugar agua suficiente, ya que resulta más caro.

$1 m^3$ agua limpia por c/tonelada de arena procesada

COMENTARIOS:

Equipo Básico
- Quebradoras primarias
- Quebradoras secundarias
- Quebradoras terciarias
- Molinos de barras
- Molinos de bolas

Equipo Complementario
- Cribas
  - Vibratorias
    - Horizontales
    - Inclinadas
  - Rotatorias
- Bandas transportadoras
- Scrubber (desenlodador)
- Gusanos lavadores etc.

BANDAS TRANSPORTADORAS: Sus principales partes son:

1. Estructuras
2. Banda de hule
3. Rodillos
4. Unidad motriz
5. Polea de arrastre o cola
6. Banda tensora (cuando son > 30 m.)
7. Pasillos de mantenimiento (bandas muy largas).

- Puede competir con el transporte a largas distancias y con volúmenes abundantes.
- La resistencia depende del número de capas que forman la banda.
- Volumen depende de: ancho de banda, tamaño de rodillos, velocidad de la banda; ángulo de reposo del material.

FACTORES DE BANDAS TRANSPORTADORAS :

Granulometría material
Producción requerida
Tipo material
Long. transporte
Peso vol. del material
Energía disponible.

ALIMENTADORES :

Elementos dispuestos antes de una trituradora con objeto de regular la alimentación que se le dé. Antes, el material ha sido descargado a una tolva.

ALIMENTADORES
- *a. Delantal o ~~faldero~~ toldavo*
- *b. Plato o recipientes*
- *c. Vibratorios* — *excéntrico*, *electroimán*

a. Delantal : Banda transportadora de acero estructural.

b. Plato : Charola con fondo móvil, recomendada para alimentación con agregados de de río (10" ó 12" máx.).

c. Vibratorio : Alimentación secundaria, regular por medio de excéntrico o reostato.

8o. GRUPOS MOVILES PRIMARIOS :

Cualidades:

Paso y dimensiones reducidos
Facilidad de colocación
Producción máxima
Facilidad de mantenimiento y operación

Ventajas técnicas de poner equipo en varias unidades:

Facilidad remolque
Colocación fácil
Flexibilidad de funcionamiento
Utilización total o separada
Facilidad de acceso y mantenimiento

Utilización:

a. Trabajos infraestructura
b. Producción de agregados
c. Trabajos mineros

~~*Explotación temporal de agregados.*~~

utiliz. en la explotación temporal de agregados.

TIPOS DE GRUPOS MOVILES :

a. *Primarios. - Tolva de recepción; alimentador; rejilla Grizzly; quebradora de quijadas; unidad motriz; banda transportadora de evacuación ; chasis remolque.*

b. *Secundarios. - Criba vibratoria; trituradora de conos y unidad motriz; banda de evacuación ; chasis remolque.*

SELECCION DE EQUIPO MOVIL :

a. *Naturaleza geológica del material*
b. *Características del material*
c. *Dimensión máxima de alimentación (Area granulometría)*
d. *Granulometría requerida.*
e. *Determinar si hace falta lavado*
f. *Producción*
g. *Medios de evacuación del producto.*

90. PLANTAS ESTACIONARIAS :

- Son necesarios estudios previos de las pedreras (bancas), el mercado potencial, etc.

Datos para plantas fijas :

a. *Nat. de la roca, etc., lo mismo que para las móviles y además:*

Topografía del lugar
Fuerza motriz disponible
Presencia de contaminaciones

- Debe planearse el diagrama de flujo del material con esquemas, y hacer las correcciones necesarias.

- Planos generales a escala.

COMPONENTES DE PLANTAS FIJAS :

1.	*Tolva almacenamiento*	*Vía Seca*
2.	*Alimentador*	
3.	*Rejilla móvil o fija*	
4.	*Quebradora primaria*	
5.	*Bandas de evacuación y recirculación*	
6.	*Cribas inclinadas u horizontales*	
7.	*Triturador secundario*	
8.	*Bandas de evacuación y recirculación*	
9.	*Fuerza motriz*	
10.	*Tablero de control*	
11.	*Lavadoras y desenlodadores*	*Vía húmeda*
12.	*Ciclones hidráulicos*	
13.	*Bombas*	
13.	*Aditamentos de riego*	

PROBLEMAS :

A) Naturaleza geológica de la roca.

B) Naturaleza material en greña. { *Pedrera : tamaño max. aliment.* / *de Río : granulometría media del depósito.*

C) Producción horaria requerida.

D) Granulometría del producto a la salida.

Producción : 10,000 m^3 balasto
Granulometría : 1/4" a 2 1/2" ; PV= 1500 k/m^3
Tiempo : 6 meses calendario
25 días / mes 150 días
2 turnos de 8 hrs./día hábil
Factor de obra 0.65

$$\text{Producción diaria horaria} = \frac{10{,}000 \times 1.5}{150 \times 16 \times 0.65} = \quad m^3/hr.$$

Pedrera de Basalto medio ala alimentación, de un tamaño máximo de 30".

⟶ *Producción = 96 ton/hr.*

A esta producción, hay que aumentarle los infratamaños, que se trituran abajo de 1 1/4".

- De las tablas del fabricante, vemos que se ha elegido una máquina que va a dar 40% de desperdicio (curvas granulométricas); entonces, se escoge una producción de 192 ton./hr.

- Se pasa a las tablas del fabricante, y con la producción requerida, se escoge la que se acerque más.

TRITURACION PRIMARIA :

Para este caso, escogemos una CRR-10a 6" de abertura: (32" x 40" a 6'); la boca es de 32" y alimento con 30" si sirve.

⟶ *De las curvas del producto obtenido, con una abertura de 6", da:*

0 - 1 1/4"	———	5%	-	9.60
1 1/4"- 2 1/2"	———	7%	-	13.40
2 1/2" - 8"	———	88%	-	169.00
		100%		192.00

Dado que la quijada tiene 2 posiciones, posiblemente pasen arriba de 6" hasta 8" (dato fábrica).

Con 169 ton./hora de producción, vemos que quebradora de conos da, pero con alimentación de hasta 8"; (ver manual Telsmith).-

TRITURACION SECUNDARIA : (Telsmith)

Trit. de conos de 4' abierta 1 1/2" ⟶ *169 ton./hr.*

0 - 1 1/4"	———	40%	-	68
1 1/4"- 2 1/2"	———	60%	-	101
		100%		169

RESUMEN:

0 - 1 1/4"	⟶ 9.60 + 68	=	77.60
1 1/4"- 2 1/2"	⟶ 13.40 + 101		114.40
			192.00 ton./hr.

II. ESTUDIO SOBRE SELECCION DE EQUIPOS DE TRITURACION.

INDICE

I INTRODUCCION

II OBJETIVOS DEL ESTUDIO

III DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS USADOS

IV CONCLUSIONES

I. INTRODUCCION.

El estudio que se realizó, soluciona mediante el empleo de modelos matemáticos el diseño de plantas de trituración en sus etapas primaria, secundaria, terciaria, cribado y alimentadores. El estudio presenta la posibilidad de varias alternativas de diseño, de entre las cuales pueden calcularse varias combinaciones, para después mediante un programa de costos horarios, calcular los costos unitarios de producción. Una vez obtenidos estos para cada alternativa, se puede elegir el óptimo logrando una mayor eficiencia y bajo costo unitario de producción.

Inicialmente se formó un catálogo de los diversos fabricantes de equipo de trituración, del cual se obtuvieron datos necesarios para el estudio.

La primera parte consiste, en la comparación de diseño entre los diversos fabricantes para obtener un criterio uniforme, y una serie de parámetros a los cuales se pueden reducir todos los diseños propuestos en los catálogos.

Finalmente, se elige el catálogo de la "Smith Engineerin Works" como base, ya que en sus equipos pueden reducirse todas las marcas de trituradoras que actualmente hay en el mercado en cuanto a coracterísticas de granulometría y diseño.

II OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Con el estudio se propone seleccionar el equipo a usar en una planta de trituración, tomando en cuenta todas las alternativas posibles en la selección de dicho equipo, es decir, con el programa se pueden seleccionar todas las posibles alternativas en una planta de trituración en cuanto al equipo a usar, tales como:

Equipo de trituración primaria

Equipo de trituración secundaria

Equipo de trituración terciaria

Cribas

Alimentadores

Con el programa de costos se pretende calcular el costo horario de producción de las trituradoras y equipo auxiliar que han sido seleccionados por el programa de trituración, esto, con el fin de optimizar las alternativas propuestas y tener la selección más económica.

III. DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS USADOS.

GRUPO PRIMARIO. En este proceso se seleccionan las diversas alternativas, de trituradoras primarias de quijada, que pueden ser posibles para los datos de entrada, a saber: producción horaria requerida, granulometría de la demanda, tamaño máximo de agregado al grupo primario, y las cribas que se requieren.

GRUPO SECUNDARIO. Para éste proceso, se utilizan datos deducidos del grupo primario, como son el tamaño de agregado de salida, porcentajes de material en déficit, producción horaria total, y suma de material en superávit producido por la parte primaria. El programa consta también de una segunda parte para la selección de cribas requeridas, para un máximo de cuatro pisos.

Este proceso se empleará unicamente en caso de tener trituración secundaria; se ha integrado este proceso a base de máquinas de conos de la marca Telsmith.

GRUPO TERCIARIO: Este proceso funciona con datos deducidos del grupo secundorio, como son el tamaño máximo de agregado de salida del secundario, producción total horaria y suma de material en superávit del secundario así como material almacenado en déficit producido por el secundario. Este programa se compone además de su cálculo de cribas para un máximo de cuatro pisos.

El programa se emplea únicamente cuando se requiera trituración terciaria o molienda. Se compone de un archivo de molinos de barras marca Telsmith.

PROGRAMA DE CRIBAS. El programa se emplea en caso de que se deseen calcular las cribas fuera del programa de trituración, selecciona cribas vibratorias de una a cuatro cubiertas.

RESULTADOS OBTENIDOS. Con los programas anteriores se obtienen los siguientes resultados:

Abertura: Nos indica las dimensiones de la entrada de la trituradora, mostrándonos si es una o varias máquinas (pulg-décimas de pulg).

Máquina: Imprime laproducción horaria de la máquina elegida (Ton-Hr.)

Superávit: Nos indica el sobrante de cada tamaño (ton).

Déficit: Imprime el faltante de cada tamaño especificado (ton).

Suma Superávit: Nos indica el sobrante que existe de tamaño superior al máximo especificado.

Tamaño de agregado de Salida: Imprime el tamaño máximo de salida.

Con el programa de cribas se obtienen los parámetros correspondientes a factor de sobretamaño y factor de tamaño mitad.

PROGRAMA DE ALIMENTADORES. Este programa selecciona el alimentador más adecuado para la máquina del grupo primario que se elija.

Calcula el ancho del alimentador necesario así como la potencia que requiere para moverse.

La selección se hace basada en datos de entrada, y se verifica con gráficas y fórmulas.

PROGRAMA DE COSTOS. El programa calcula el costo horario de producción de las trituradoras y equipo auxiliar, seleccionadas por el programa de trituración.

Para el análisis de costos se formaron los siguientes archivos del equipo:

1) Archivo de trituración. En el que se consideran el precio de adquisición de las trituradoras, el tipo y el tamaño de las mismas.
2) Archivo de bandas de transporte. Considerando el precio de adquisición de las bandas, su ancho, longitud y caballaje.
3) Archivo de cribas. Considerando el precio de adquisición y el caballaje requerido.
4) Archivo de Alimentadores. Formado con los precios de adquisición y el caballaje requerido.
5) Archivo de salarios de operación. Se formó tomando como base una plantilla de operación tipo de una planta de trituración.

El programa después de leer los archivos hace el cálculo de costos como son:

a) Costo horario de las máquinas. Para éste costo, los cargos fijos han sido obtenidos tomando el "Libro Amarillo" y son leídos directamente en tarjeta. Los costos horarios se calculan mediante la formula : CHF--(N) = (PA - (I, J) * CF -)/HA -

Los consumos son calculados tomando en cuenta energía eléctrica en la forma siguiente:

CØN -- (N) = (HP - (I, J)*0.746 * 0.30)/14

Siendo:

CHF = Costo horario de las máquinas

PA = Precio de adquisición

CF = Cargo fijo

HA = Horas anuales de trabajo

HP = Caballaje requerido

(Los guiones de las fórmulas se llenan con la letra clave correspondiente al equipo calculado).

b) Cálculo de salarios. Depende del personal empleado en la máquina, el número de operadores, ayudantes, etc. y se calcula con la fórmula

SAL --=(SAL --+SAL - (M) * 2 * 365)/HA.

El costo horario de la máquina se calcula con la fórmula:

CH --(N) = CHF --(N) + CØN - (N) + SAL -

Siendo: CØN = consumo; SAL = Salarios

c) Cálculo del costo unitario del equipo. Al terminar el programa de calcular los costos horarios, hace la suma de cada uno de los grupos de máquinas programadas; con la fórmula:

SCH --- = SCH --- + CH --- (N)

Siendo:

CH = Costos horarios

SCH = Suma de costos horarios.

d) Costo unitario del equipo. Se calcula el costo unitario del equipo sin considerar fletes en la orden; con la siguiente fórmula:

CUP = (SCH --- +SCH --- + SCH --- + SCH --- + SCH ---+SCH)/PHMC

Siendo:

CUP = Costo unitario del equipo

SCH = Suma de costos horario de las diferentes máquinas.

PHMC = Producción horaria de la planta en M^3/Hr.

e) Costo unitario de instalación. El costo unitario de instalación se calcula con el parámetro:

CUINS = CINS/PTMC

Siendo CINS el costo de instalación y PTMC la producción total en M^3.

f) El costo unitario por eliminación de desperdicio se calcula por:

CUD = COED/DEMC

Siendo:

CUD = Costo de eliminación de desperdicio

COED = Costo de eliminación en pesos ($)

DEMC = Total de desperdicio en M^3

g) Por último el costo unitario total se calcula con la fórmula:

CUT = CUP + CUINS + CUD

Siendo:

CUT = Costo unitario total

CUP = Costo unitario del equipo

CUINS = Costo unitario de instalación

CUD = Costo de eliminación de desperdicio

IV CONCLUSIONES.

TRITURACION.

Se integraron tres grupos de selección de equipo, y no como una unidad, ya que de ser así, se considera que la eficiencia computacional del mismo bajaría notablemente, y además que se tendría la desventaja de no poder elejir máquinas de un determinado tipo si no se corría todo el programa.

Las principales ventajas que se tienen con éste programa, son la rapidéz de diseño y la ausencia de errores de cálculo número, así como la posibilidad de obtener varias alternativas de solución para un problema dado en un mínimo de tiempo.

CRIBADO.

Considerando que muchas veces interesa únicamente el diseño de las cribas, se formuló este programa para la selección del equipo de cribado con un máximo de cuatro cubiertas para cribas vibratorias.

El programa tiene la ventaja de la rapidéz del cálculo y la ausencia de errores numéricos, frecuentes en éste caso debido a la gran cantidad de parámetros que se manejan.

ALIMENTADORES.

Es el programa más corto y sencillo que se presenta en el estudio. Selecciona el alimentador más adecuado para un determinado tipo de trituradora. Unicamente se

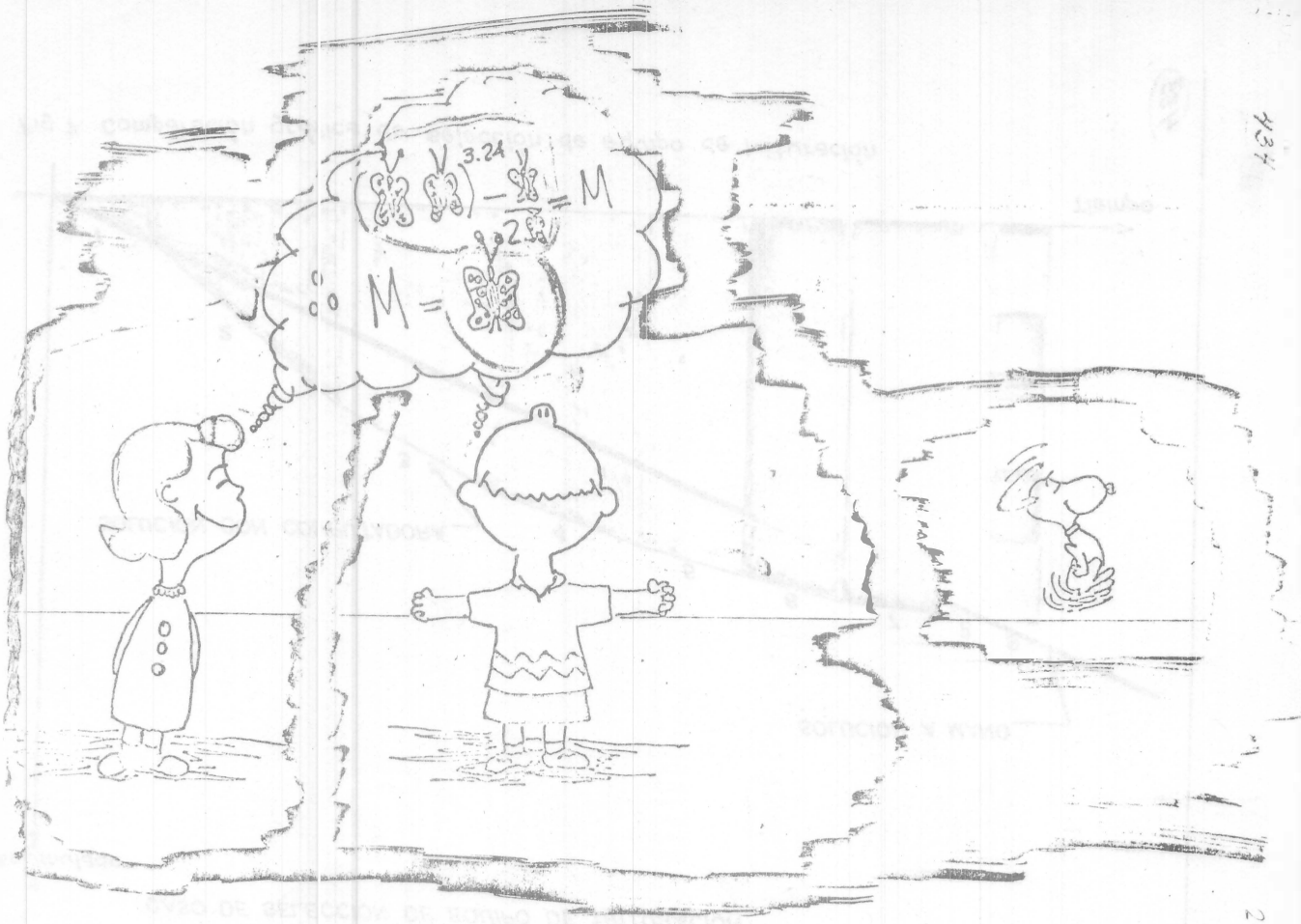
han programado alimentadores del tipo de "mandril" (Apron Feeders), ya que son los que presentan mayor eficiencia computacional en relación con los otros tipos que hay, y que pueden ser diseñados por medio de tablas.

COSTOS.

Es el estudio que presentó mayor dificultad debido a la escasez de datos con que se puede contar. La recopilación de datos se llevó a cabo tomando en cuenta los diversos factores que podrían influenciar los resultados del costo unitario de producción. Se lograron obtener datos completos de 3 plantas únicamente, por lo que el análisis de variancia que se pretendía aplicar resultó inútil. Sin embargo hubo dos casos en que se pudo aplicar, y que fueron al obtener la eficiencia de las plantas, y al comprobar la relación entre el costo de instalación respecto a la producción total.

Se decidió entonces formular un programa a base de ajuste de curvas de costos horarios de acuerdo al peso de la máquina. El ajuste a las curvas propuestas dió un grado de confiabilidad de 97% en promedio para las máquinas estudiadas, pero presenta la desventaja de que al variar los precios el ajuste no es bueno, y hay que calcular nuevamente, las nuevas curvas de costos contra pesos de las máquinas.

Fué por esto que se decidió formular otro programa a base de archivos, tomando en cuenta absolutamente todas las variables que intervienen en el cálculo de un costo horario; en éste programa en cualquier momento es posible actualizar los


$(\text{🦋}\ \text{🦋})^{3.24} - \frac{\text{🦋}}{2\text{🦋}} = M$
$\therefore M = \text{🦋}$

2


$2z + (xy)^{3.24} = \frac{1}{4}M$
$x + 4z = \frac{3}{4}M$
$\sum_{i=1}^{n=\infty} 2z + (xy)^{3.24} - x + 4z + 2\int y e^{2.7} y^{e} dy = M$
$\therefore (\text{🦋}\ \text{🦋})^{3.24} - \frac{\text{🦋}}{2\text{🦋}} = M$
$M = \text{🦋}$

3

costos de las máquinas cambiando únicamente las tarjetas correspondientes de los parámetros variables.

Se elaboró también una forma de control de plantas de trituración, en la cual se incluyen todos los parámetros que se considera pueden influir en el costo unitario de producción, para que en las plantas de trituración futuras, se lleve un control eficiente y así poder obtener una población mayor, y entonces aplicar el análisis de variancia a los parámetros que así lo requieran.

Se recomienda el uso de éste programa cuando se desee montar una planta de trituración para la explotación de un banco de material, o bien para analizar los costos de producción cuando de antemano se cuenta con un determinado equipo específico para la instalación de una planta.

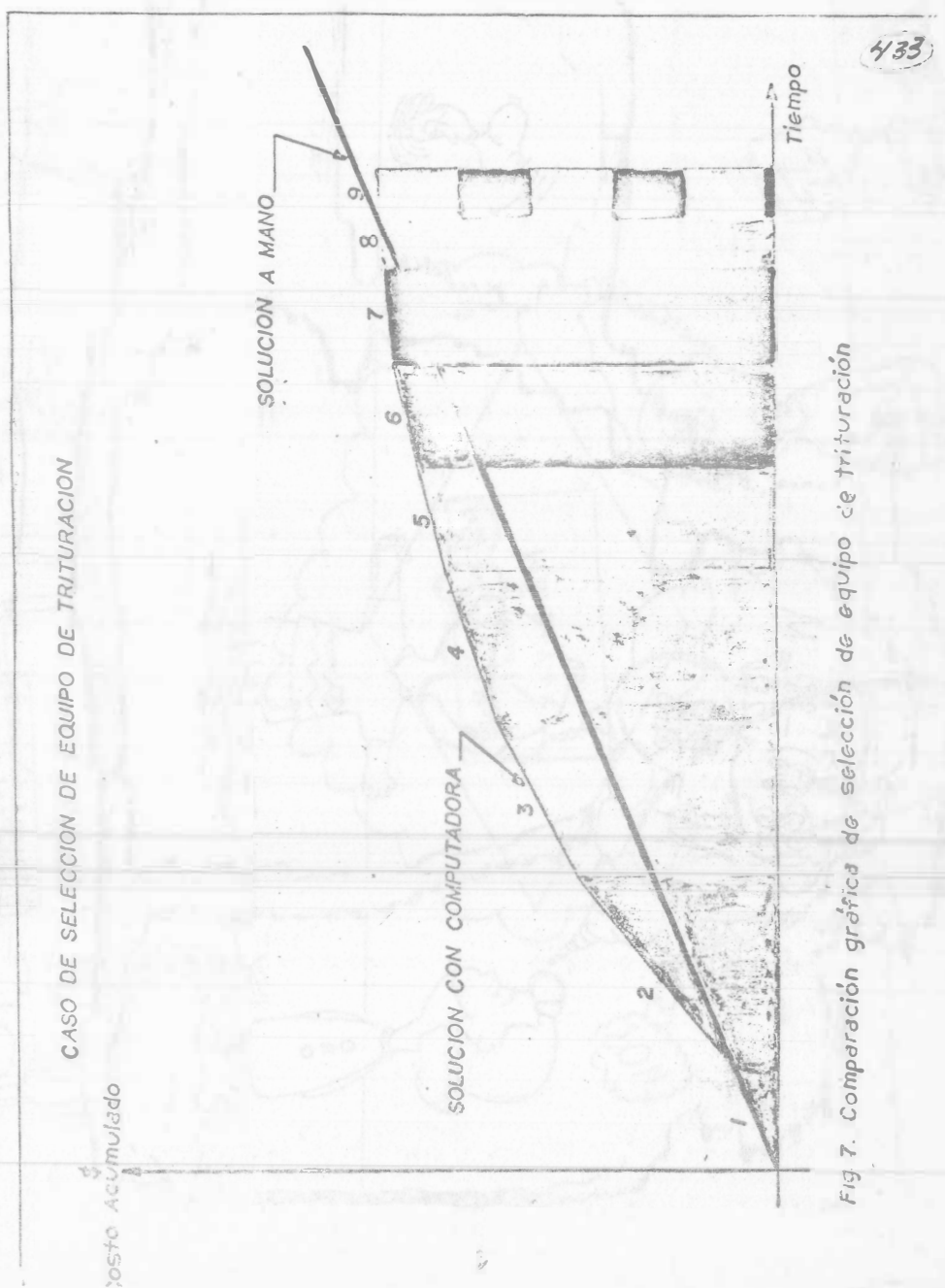
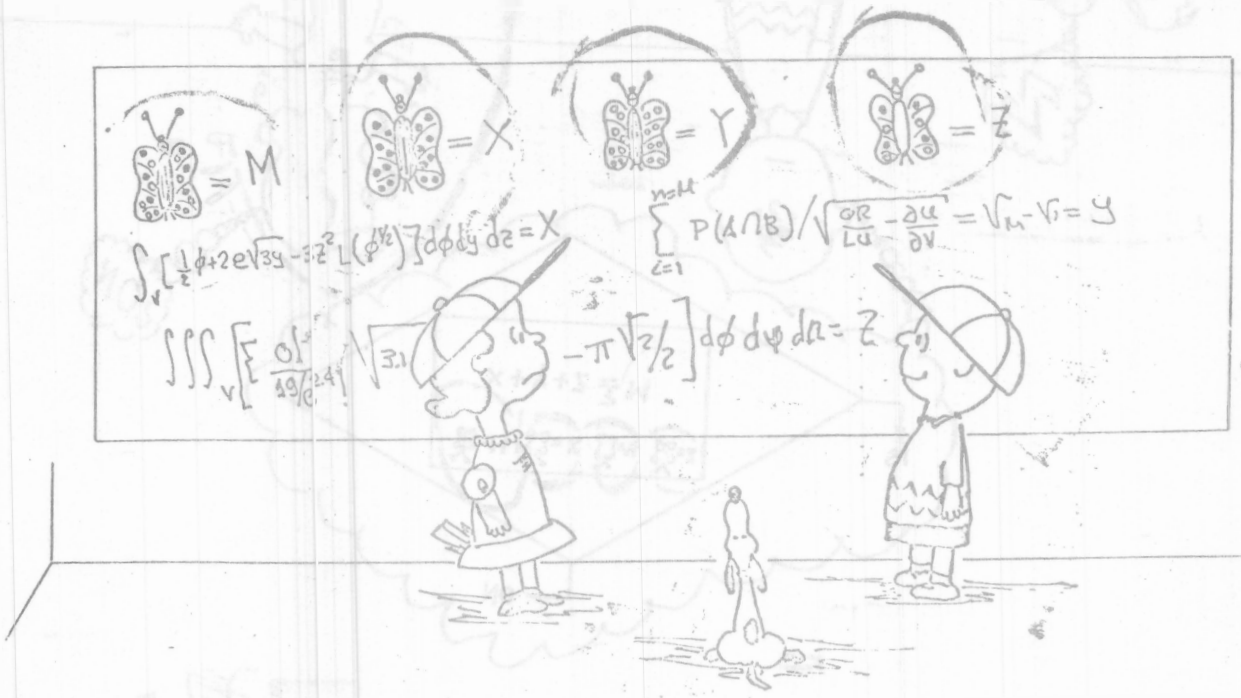


Fig 7. Comparación gráfica de selección de equipo de trituración


= M
= X
= Y
= Z





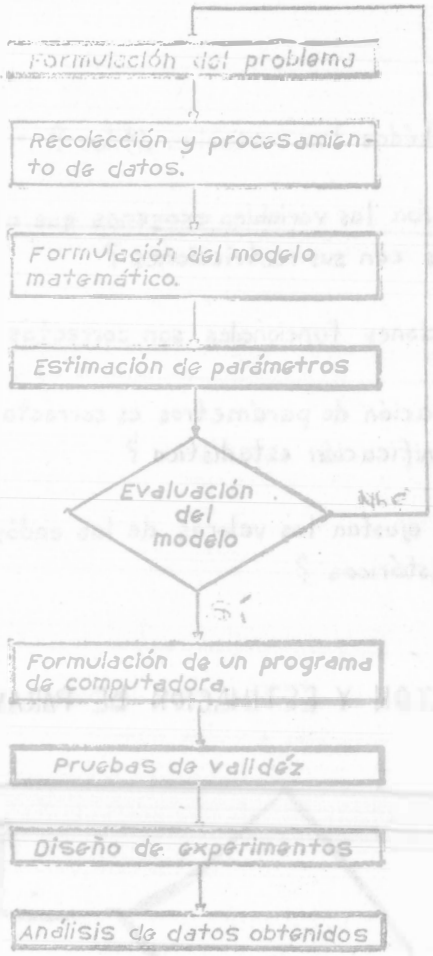


Fig. 3. Diagrama de flujo de la planeación de un modelo de simulación con computadora.

1) ¿ Están incluídas las variables útiles ?

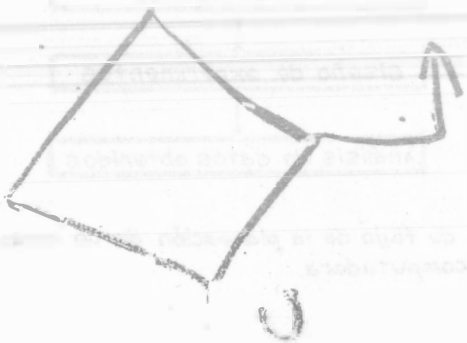
2) ¿ Se incluyeron las variables exógenas que afectan las endógenas con sus restricciones ?

3) ¿ Las relaciones funcionales son correctas ?

4) ¿ La estimación de parámetros es correcta?; ¿ Tiene significación estadística ?

5) ¿ Cómo se ajustan los valores de las endógenas a datos históricos ?

EVALUACION Y ESTIMACION DE PARAMETROS



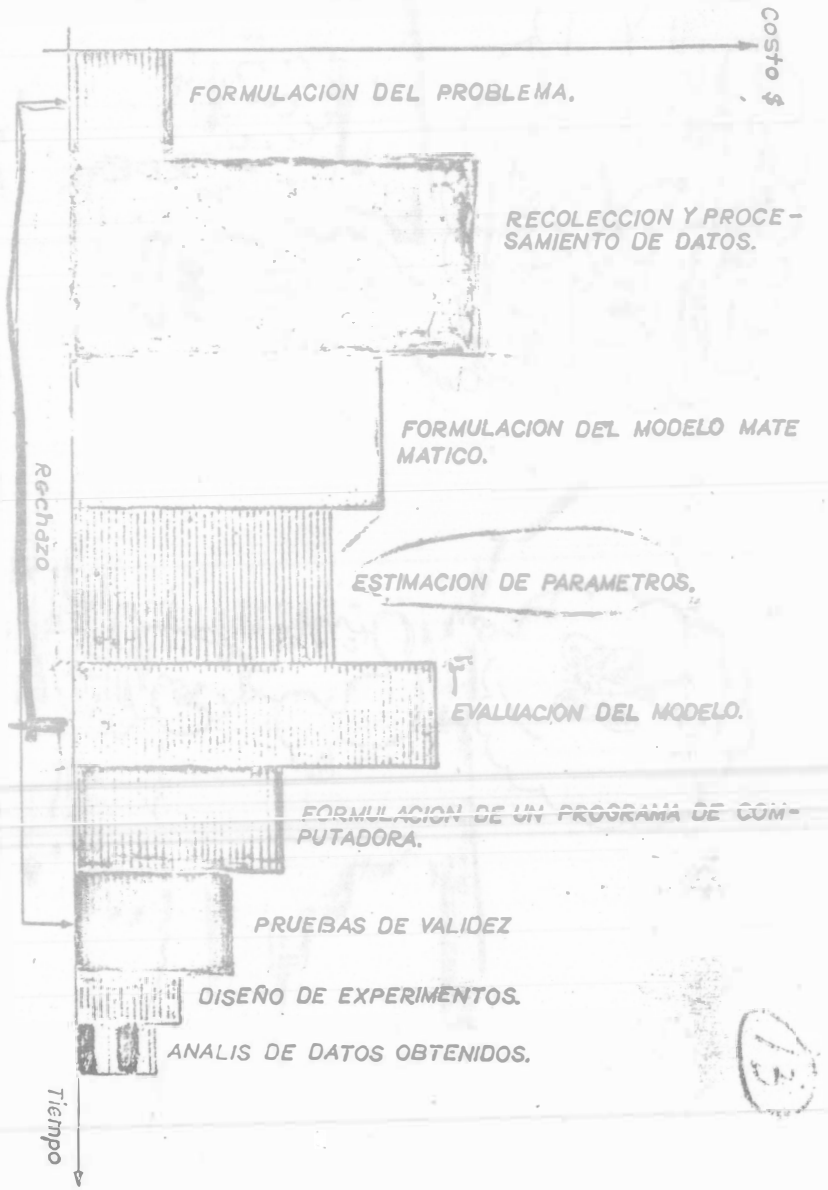


Fig. 4 Gráfica costo U.S. - tiempo en cada una de las fases de la planeación de una simulación con computadora.

2) AJUSTE A DATOS HISTÓRICOS.

2) APROXIMACIÓN DE PREDICCIONES A FUTURO (MODELO).

PRUEBA DE VALIDEZ

1) Diagrama de flujo.

2) Lenguaje de codificación.

3) Chequeo de errores.

4) Datos de entrada y condiciones iniciales

5) Generación de resultados.

6) Reporte de salida.

FORMULACION DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA.

Grado de refinamiento en el cumplimiento de objetivos de un experimento.

s. Gráfica del grado de cumplimiento de objetivos vs costo.

· LA FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO consiste en:

1) Especificación de componentes
2) Especificación de variables y parámetros
3) Especificación de relaciones funcionales.
4) Eficiencia computacional
5) Objetivos de esta fase { Mínimo tiempo / Máxima eficiencia
6) Validéz (realismo) del modelo: Restricciones

1) Se necesitan datos cualitativos y cuantitativos del sistema que se piensa modelar.
2) Los datos procesados sugieren hipótesis de operación
3) Los datos sugieren mejoras o refinamientos.
4) Los datos sirven para establecer relaciones funcionales.
5) Sin datos no se puede probar la validez del modelo

Fig.2.-Esquema mostrando las fases del procesamiento de datos.

Fig. 5 Diagrama de elementos constitutivos de un problema.

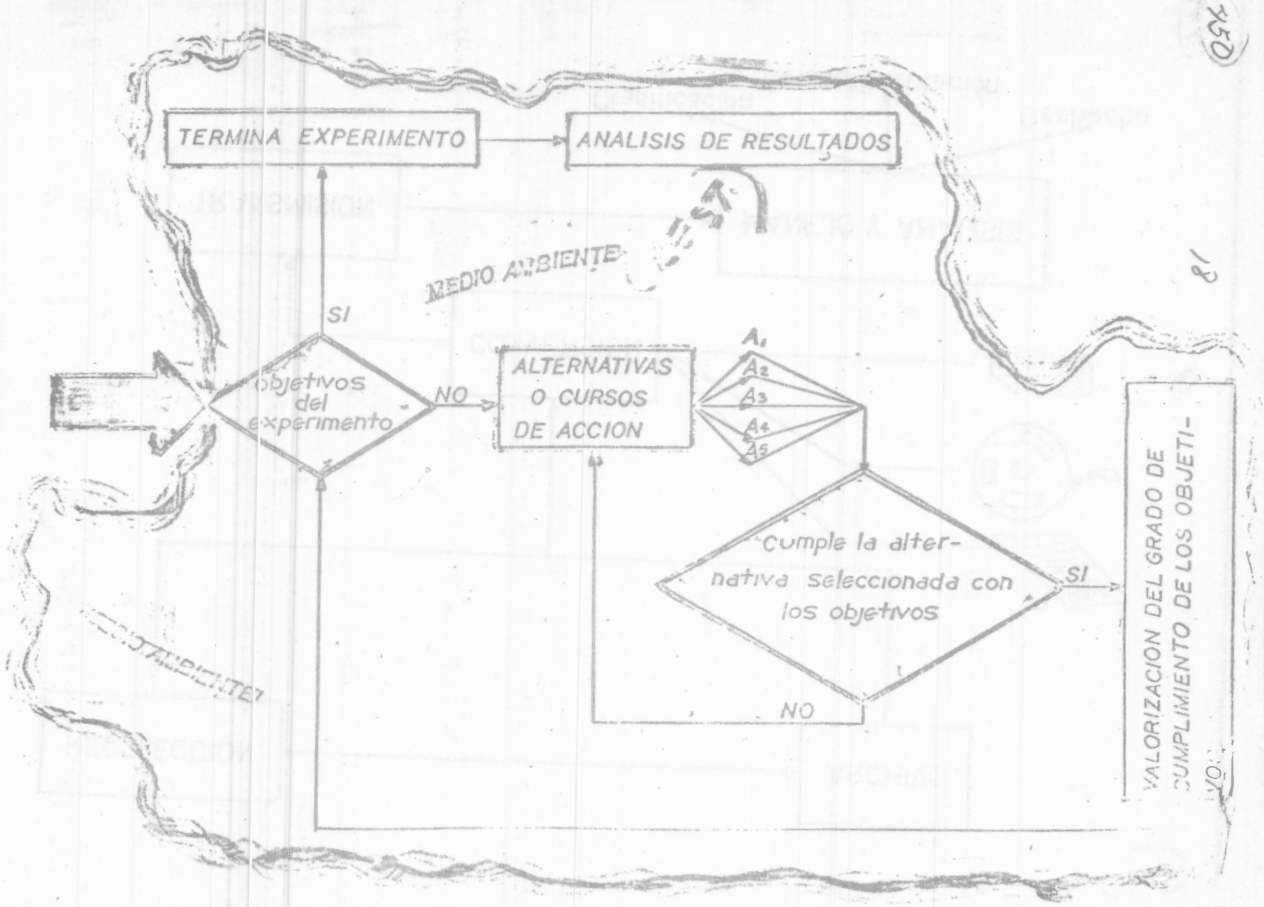
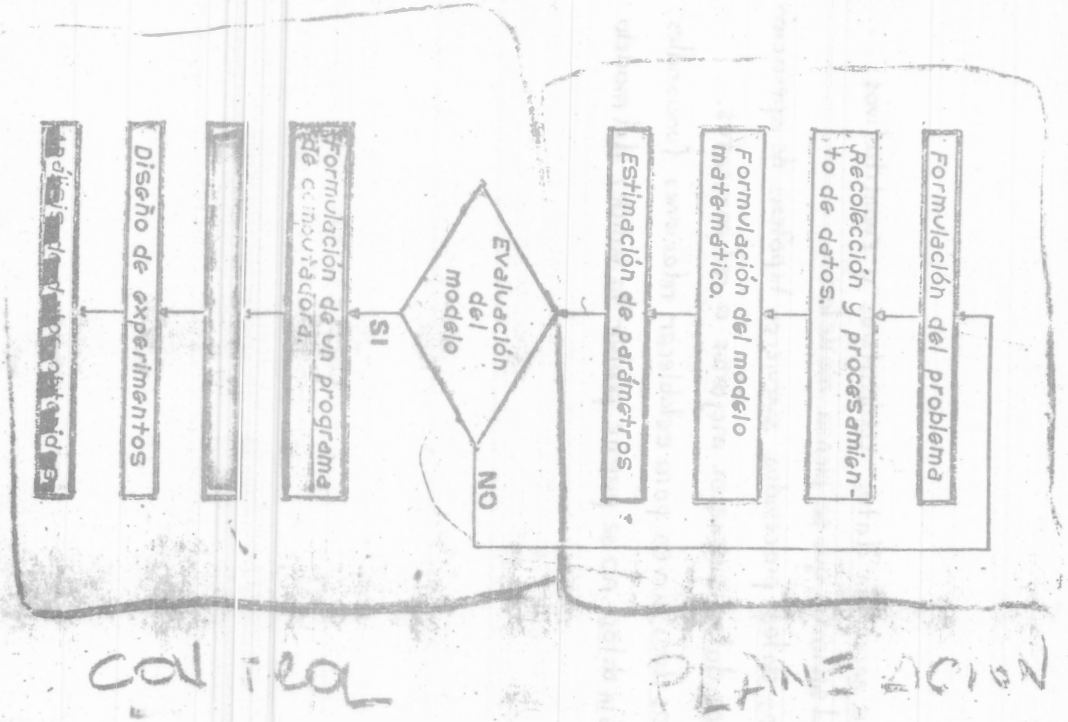


Fig. 3. Diagrama de flujo de la planeación de un modelo de simulación con computadora.



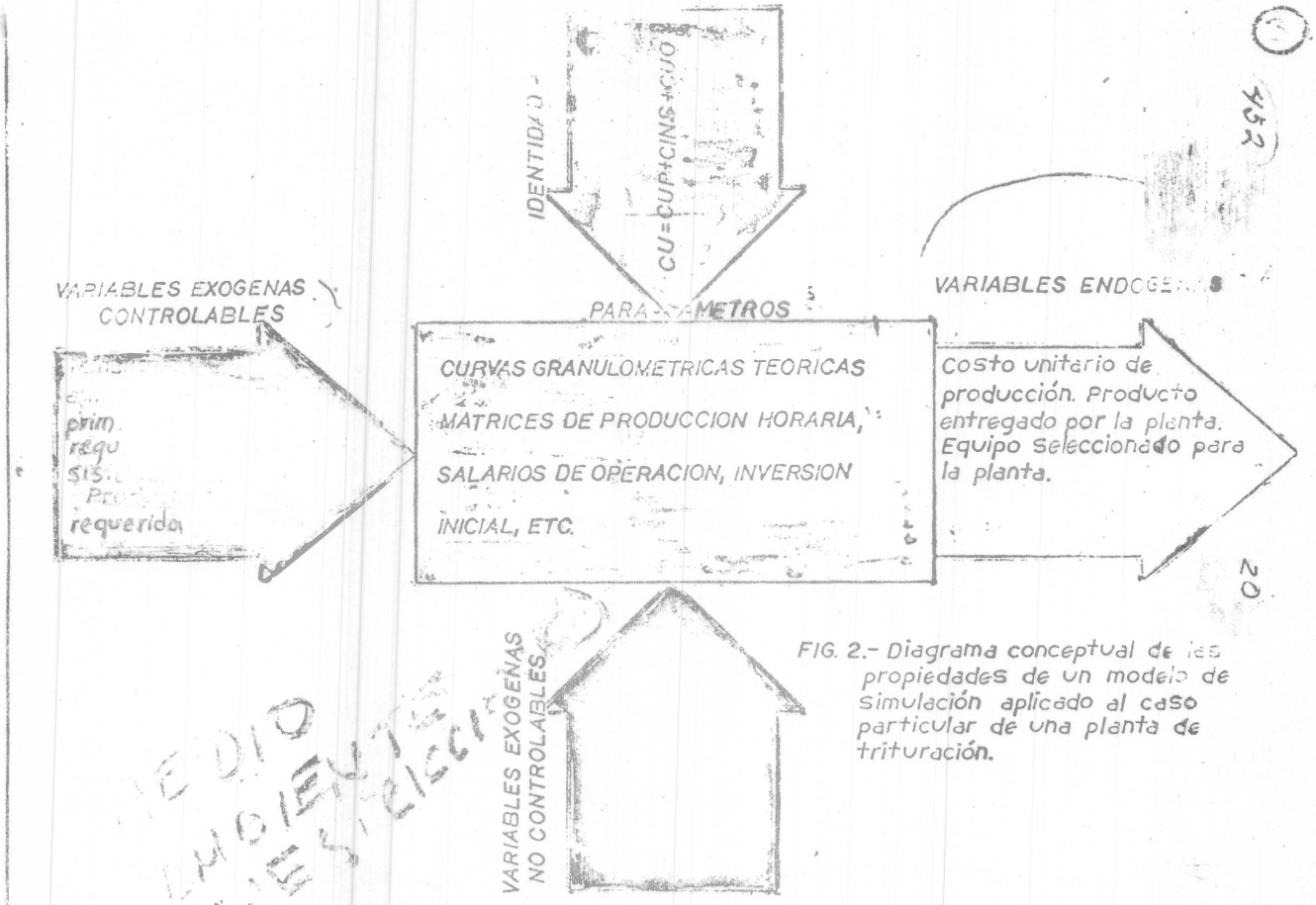


FIG. 2.- Diagrama conceptual de las propiedades de un modelo de simulación aplicado al caso particular de una planta de trituración.

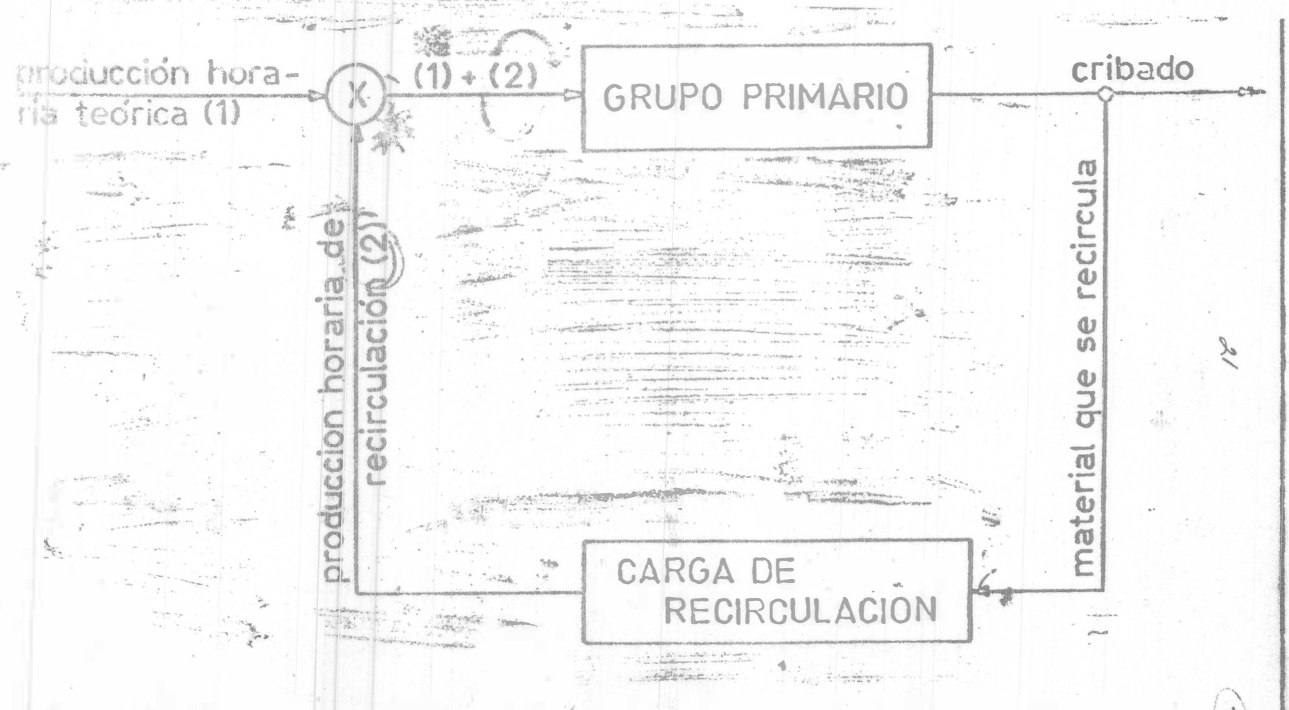


fig.1- Operación de retroalimentación en proceso

RESULTADOS DE SIMULACION
CON EQUIPO DE 27 yd^3

455

P R E A M B U L O

Este estudio de acarreo fue preparado como una ayuda para determinar la operación más eficiente entre cargadores y camiones.

Los datos de producción mostrados, fueron obtenidos por - medio de una simulación con computadora bajo las condiciones de acarreo previstas para el proyecto.

1. Objetivo:

El propósito de este estudio fue la determinación de la combinación más eficiente de 4 camiones de 27 yd^3, y 5 camiones de 12 yd^3, 2 cargadores frontales de 9 yd^3 y un cargador de 6 yd^3 para la excavación de 6'000,000 m^3 a tierra en un tajo a cielo abierto.

2. Datos:

2.1 Caminos: Se alimentó la computadora con datos de pendientes y longitudes de acarreo en cada caso. De acuerdo al procedimiento constructivo, se consideró que la excavación procedería de los extremos hacia adentro. Los caminos se consideran de dos tipos: uno --- desde el extremo lejano del tajo y el otro del extremo cercano al tajo. Todos los caminos terminan 250 m. fuera del límite de la -- excavación. Una pendiente máxima de 15 % fue considerada, así es que en algunos caminos de acarreo, las rampas principian más lejos del tiro.

2.2 Material:

Conglomerado: 1760 Kg/m^3 suelto
2380 Kg/m^3 banco

2.3 Peso de camiones cargados (Pay load):

a) de 12 yd^3 = 28 ton.
b) de 27 yd^3 = 40 ton.

2.4 Eficiencia:

83 % ó 50 minutos/hora

2.5 Tiempos fijos:

a) camión: maniobras de acomodo: 0.30 min.
acomodo y descarga: 1.30 min.

b) Cargador:
b.1) de 9 yd^3 carga a camión de 27 yd^3 = 1.0 min.
carga a camión de 12 yd^3 = 1.5 min.
b.2) de 6 yd^3 carga a camión de 27 yd^3 = 2.0 min.

carga a camión de 12 yd^3= 2.5 min.

Los datos anteriores se emplearon para calcular tiempos de ciclo de vehículos por medio de una simulación con computadora. Después de determinados los tiempos de ciclo, el número de camiones que cada cargador podía manejar sin demoras se calculó. Empleando estos números, la flotilla se compuso de forma tal que las esperas fueron reducidas a un mínimo y se pudetera mantener una producción relativamente pareja. Los siguientes resúmenes contiene estos detalles.

C O N C E P T O	PRIMERA ETAPA 210,000 m^3				SEGUNDA ETAPA 161,000 m^3				TERCERA ETAPA 347,000 m^3				CUARTA ETAPA 350,000 m^3				QUINTA ETAPA 145,000 m^3			
EXCAVACION DEL EXTREMO LEJANO																				
CAMION / CARGADOR	12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3	
	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3
1. Tiempo de acarreo	2.33	2.33	2.31	2.31	2.60	2.60	2.47	2.47	2.77	2.77	2.60	2.60	3.92	3.92	3.65	3.65	4.76	4.76	[illegible]	[illegible]
2. Maniobra y descarga	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	[illegible]
3. Tiempo de carga	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	[illegible]
4. Tiempo del ciclo	5.93	4.93	6.41	5.41	6.20	5.20	6.57	5.57	6.37	5.37	6.70	5.70	7.52	6.52	7.75	6.75	8.36	7.36	[illegible]	[illegible]
Producción (m^3/hr.)	99	119	130	155	95	113	127	150	92	109	125	146	78	90	108	124	70	80	99	[illegible]
5. Número de camiones por cargador:																				
a) Teóricos:	3	5	2	3	3	5	2	3	3	5	2	3	3	6	3	4	4	7	3	[illegible]
b) Reales:	3	2	--	1	3	2	--	1	3	2	--	1	3	2	--	1	--	5	--	[illegible]
6. Producción total del equipo de acarreo (m^3/hr.).	297	238	--	155	185	226	--	150	276	218	--	146	234	180	--	124	--	400	--	[illegible]
7. Gran total (m^3/hr).	690				561				640				538				848			
EXCAVACION DEL EXTREMO CERCANO																				
CAMION / CARGADOR	12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3		12 yd^3		27 yd^3					
	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3	6 yd^3	10 yd^3				
1. Tiempo de acarreo	1.77	1.77	1.71	1.71	2.18	2.18	2.02	2.02	3.04	3.04	2.88	2.88	3.82	3.82	3.55	3.55				
2. Maniobra y descarga	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60				
3. Tiempo de carga	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50	2.00	1.00	2.50	1.50				
4. Tiempo del ciclo	5.37	4.37	5.81	4.81	5.78	4.78	6.12	5.12	6.64	5.64	6.98	5.98	7.42	6.42	7.65	6.65				
Producción (M^3/hr.).	110	135	144	173	102	123	136	163	86	104	120	140	78	98	109	126				
5. Número de camiones por cargador																				
a) Teóricos:	2	4	2	3	2	4	2	3	3	5	2	4	3	3	3	4				
b) Reales:	--	--	--	3	--	--	--	3	--	--	--	3	--	--	--	3				
6. Producción total del equipo de acarreo				519				489				420				378				
7. Gran total (m^3/hr.).	519				489				420				378							

3. Conclusiones:

Los resultados del estudio indican que la combinación óptima de camiones y cargadores, es la siguiente:

1. Un cargador de 9 yd^3 trabajando con 3 camiones de 27 yd^3 en el extremo cercano.

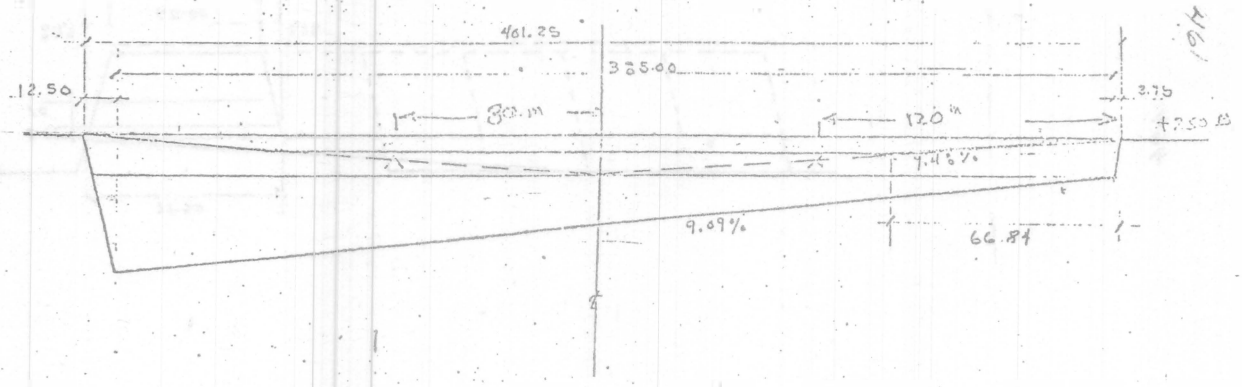
2. Un cargador de 9 yd^3 y un cargador de 6 yd^3 y 5 camiones de 12 yd^3 en el extremo lejano.

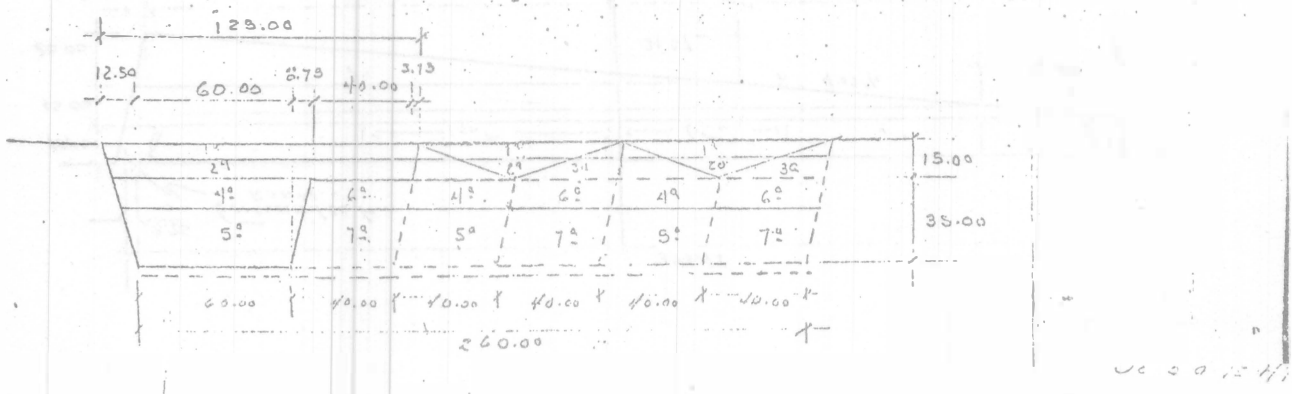
Lo anterior expresa que deben llevarse dos frentes de trabajo desplazados para lograr la producción planeada.

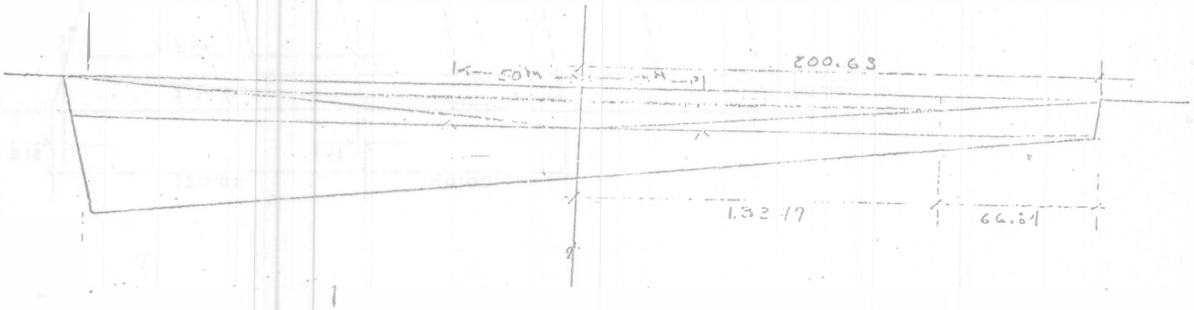
1/60)

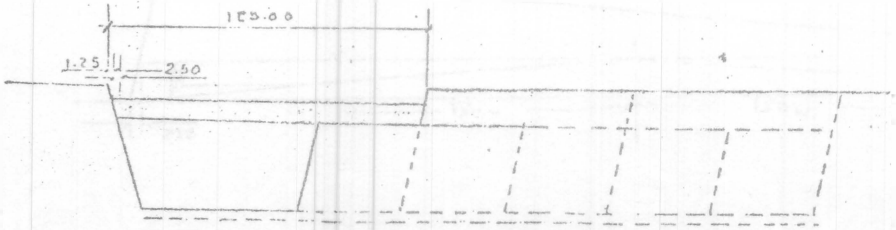
DESCRIPCION GRAFICA DEL

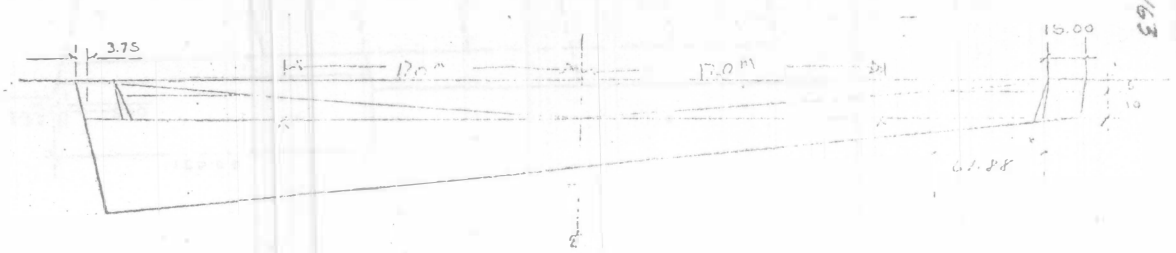
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

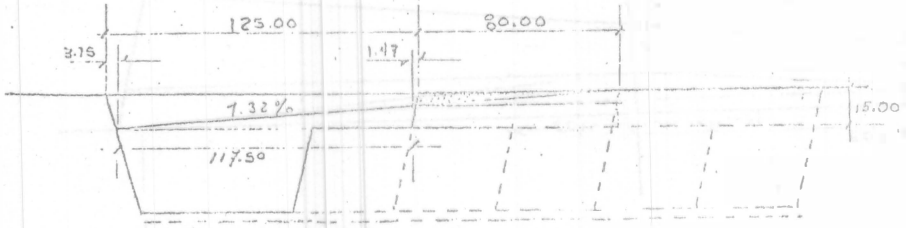

461.25
385.00
12.50
3.75
80 m
120 m
9.09%
66.84

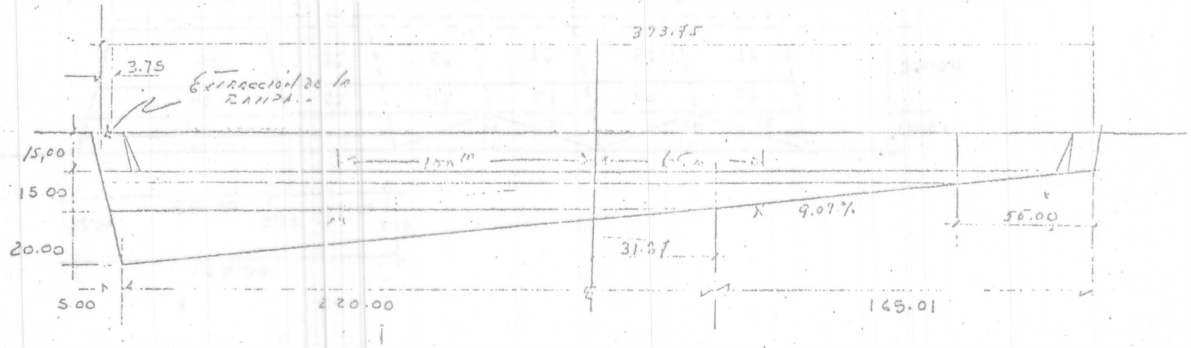

125.00
12.50
60.00
40.00
3.75
15.00
35.00
260.00

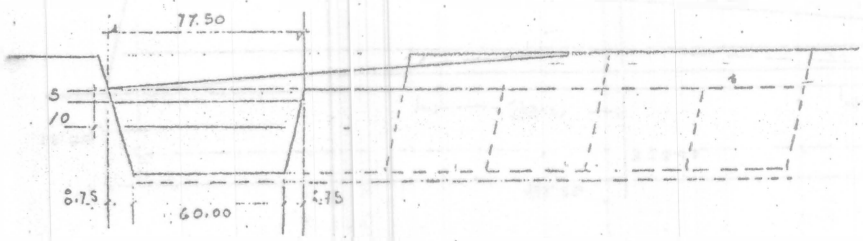

200.63
66.84

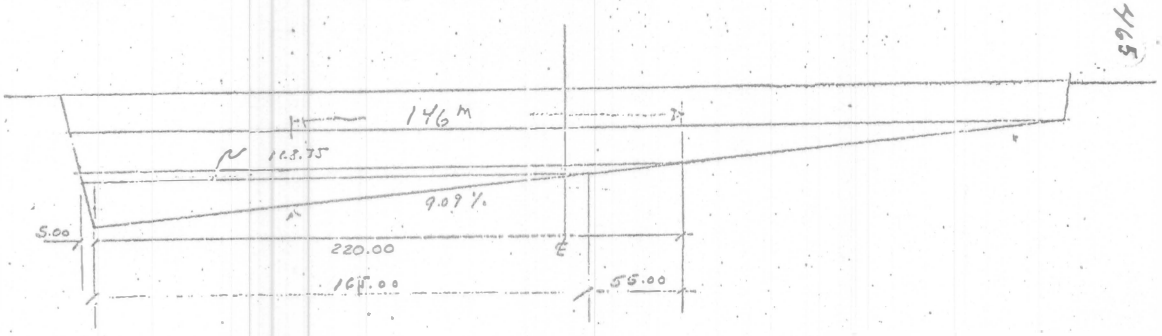

125.00
1.25
2.50

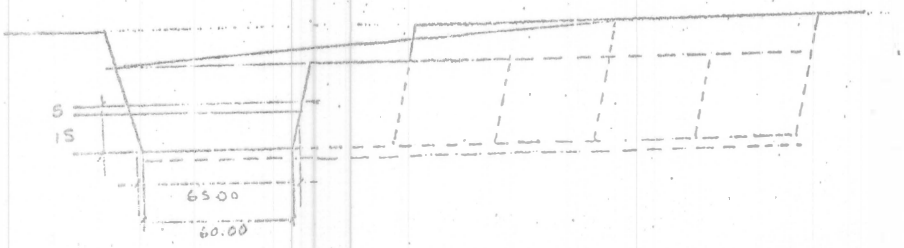

3.75
15.00
61.88


125.00
80.00
3.75
1.47
7.32%
15.00
117.50


393.85
3.75
15.00
15.00
20.00
9.07%
56.00
31.87
5.00
220.00
165.01


77.50
5
10
0.75
60.00
5.75


146M
168.75
9.09 %
5.00
220.00
165.00
55.00


65.00
60.00

RESULTADOS DE SIMULACION

CON EQUIPO DE 12 yd^3

TEREX 33-05, 350 GHP, CLBT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 10.00-25 TIRES

CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	3.00	5.50	8.60	8.70	10.50	10.60	13.50	13.60	16.60	16.70	19.90
CALC. VELOCITY-MPH.	20.00	24.10	24.50	27.70	27.80	34.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. RIMPULL-LB...	34000.	25000.	14500.	10200.	10700.	9600.	8100.	6300.	6900.	6200.	5500.	4600.
CALC. RIMPULL-LB...	4900.	4200.	3300.	3150.	3350.	3000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RIMPULL-LB...	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RET. VEL.MPH.	7.20	11.20	17.50	27.00	33.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.20
CALC. RET. RP-LB...	-27000.	-15500.	-10800.	-7300.	-5700.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

CHART RESISTANCE... 0.00 CHART WEIGHT... 0.
RETARDER CHART RES. 0.00 RET. CHART WT... 0.
WEIGHT EMPTY..... 50000. ON DRIVE AXLE... 24000.
WEIGHT LOADED..... 111750. ON DRIVE AXLE... 73750.
SPEED RATIO..... 1.000

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

DISTANCE- EMPTY.. 1923. FEET 49.74 PCT.
DISTANCE-LOADED.. 1943. FEET 50.25 PCT.
TOTAL LENGTH..... 3866. FEET 0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE 'O+O' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 2.332
TIME ON HAUL ROAD..... 2.332 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 5.932 INCLUDES 3.60 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 8.42

YDS/HR....	175.23	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	20.79	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	260.22	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	30.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	232.34	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	27.56	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	236.06	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	28.00	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-05, 350 GHP, CLBT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 10.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

TOTAL LENGTH..... 3866. FEET 0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 10.00 YD. SHOVEL VEHICLE 'O+O' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 2.332
TIME ON HAUL ROAD..... 2.332 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 4.932 INCLUDES 2.60 MIN/CYCLE AT 10.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 10.13

YDS/HR...	210.75	COST/YD....	0.000
SHORT TONS/HR..	312.97	COST/TON....	0.000
LONG TONS/HR..	279.44	COST/TON....	0.000
METRIC TONS/HR..	283.92	COST/TON....	0.000

PROGRAM 139 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-05, 350 GHP, CLBT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 18.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

DISTANCE- EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 6.00 YD. SHOVEL VEHICLE 'O+O' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.766
TIME ON HAUL ROAD..... 1.766 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 5.366 INCLUDES 3.60 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 9.31

YDS/HR....	193.71	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	20.79	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	287.67	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	30.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	256.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	27.56	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	260.96	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	28.00	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 139 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-05, 350 GHP, CLBT-750 TRANS, 11.40*1 TGR, 18.00-25 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 10.00 YD. SHOVEL VEHICLE 'O+O' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.766
TIME ON HAUL ROAD..... 1.766 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 4.366 INCLUDES 2.60 MIN/CYCLE AT 10.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 11.45

YDS/HR....	238.08	COST/YD....	0.000
SHORT YARD/HR...	353.55	COST/TON....	0.000
LONG TONS/HR...	315.67	COST/TON....	0.000
METRIC TONS/HR..	320.73	COST/TON....	0.000

PROGRAM 199 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLBT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

TOTAL LENGTH..... 3886. FEET 0.73 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 15.00 YD. SHOVEL

VEH. RUNNING TIME..... 2.306
TIME ON HAUL ROAD..... 2.306 INCLUDES 0.30 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 5.406 INCLUDES 3.10 MIN/CYCLE AT 15.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 9.24

YDS/HR.... 273.24 COST/YD.... 0.000
SHORT TONS/HR... 405.71 COST/TON.... 0.000
LONG TONS/HR... 362.28 COST/TON.... 0.000
METRIC TONS/HR.. 368.09 COST/TON.... 0.000

VEHICLE '000' COST/HR. 0.00

PROGRAM 199 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLBT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	5.10	5.20	6.30	6.40	7.70	7.80	9.50	9.60	10.10	10.20	12.50
CALC. VELOCITY-MPH.	12.60	15.40	15.50	18.70	18.80	25.20	25.50	25.60	40.40	0.00	0.00	0.00
CALC. VELOCITY-MPH.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALC. RIMPULL-LB...	59700.	27200.	28100.	25100.	21600.	18700.	18600.	16700.	14600.	13700.	14100.	12700.
CALC. RIMPULL-LB...	10900.	9100.	9400.	8500.	7400.	6100.	5000.	4100.	0.	0.	0.	0.
CALC. RIMPULL-LB...	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CALC. RET. VEL.MPH.	6.70	10.00	13.30	19.90	26.80	40.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.10
CALC. RET. RP-LB...	-36800.	-24600.	-18500.	-12300.	-9300.	-6200.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

CHART DISTANCE... 0.00 CHART WEIGHT.... 0.
RETARDER CHART RES. 0.00 RET. CHART WT... 0.
WEIGHT EMPTY..... 73000. ON DRIVE AXLE... 37000.
WEIGHT LOADED..... 160750. ON DRIVE AXLE... 106000.
SPEED RATIO..... 1.000

FIRST STEP - HAUL TO FAR WALL

FROM START. TIME	FROM START. DIST.	ON ELEMENT. TIME	ON ELEMENT. DIST.	ON LINE. TIME	ON LINE. DIST.	VELOCITY MPH START	VELOCITY MPH FINISH	ACCEL. FT/MIN.
0.19	203.	0.19	203.	0.034	48.5	15.5	16.6	2973.
0.40	423.	0.20	220.	0.018	15.5	9.5	9.4	-64.
1.33	1943.	0.93	1520.	0.224	252.1	25.5	0.0	-10000.
1.99	3463.	0.65	1520.	0.065	166.8	32.4	25.0	-10000.
2.10	3683.	0.10	220.	0.044	87.1	25.0	20.0	-10000.
2.30	3886.	0.20	203.	0.176	154.8	20.0	0.0	-10000.

	GRADE	ROLL. RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
LOADED	0.00	3.00	203.	60.00	60.00	1.
LOADED	7.50	3.00	220.	60.00	60.00	1.
LOADED	0.00	3.00	1520.	60.00	0.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	1520.	60.00	25.00	1.
EMPTY	-7.50	3.00	220.	25.00	20.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	203.	20.00	0.00	1.

DISTANCE- EMPTY.. 1943. FEET 50.00 PCT.
DISTANCE-LOADED.. 1943. FEET 50.00 PCT.
TOTAL LENGTH..... 3886. FEET 0.73 MILES

VEHICLE '0+0' COST/HR. 0.00

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 6.00 YD. SHOVEL

VEH. RUNNING TIME..... 2.306
TIME ON HAUL ROAD..... 2.306 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 6.406 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 7.80

YDS/HR....	230.58	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	29.54	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	342.42	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	305.73	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	310.63	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLBT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

FROM START. TIME	DIST.	ON ELEMENT. TIME	DIST.	ON LINE. TIME	DIST.	VELOCITY MPH START	FINISH	ACCEL. FT/MIN.
0.17	174.	0.17	174.	0.014	19.5	15.5	15.9	2973.
0.39	394.	0.21	220.	0.037	31.2	9.5	9.4	-64.
0.99	1214.	0.60	820.	0.193	186.3	21.9	0.0	-10000.
1.39	2034.	0.40	820.	0.035	84.0	29.0	25.0	-10000.
1.51	2254.	0.11	220.	0.088	154.8	25.0	15.0	-10000.
1.71	2428.	0.19	174.	0.132	87.1	15.0	0.0	-10000.

	GRADE	ROLL. RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
LOADED	0.00	3.00	174.	60.00	60.00	1.
LOADED	7.50	3.00	220.	60.00	60.00	1.
LOADED	0.00	3.00	820.	60.00	0.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	820.	60.00	25.00	1.
EMPTY	-7.50	3.00	220.	25.00	15.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	174.	15.00	0.00	1.

DISTANCE- EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 6.00 YD. SHOVEL

VEHICLE '0+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.714
TIME ON HAUL ROAD..... 1.714 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 5.814 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 8.59

YDS/HR....	254.05	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	29.54	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	377.27	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	336.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	342.25	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

PROGRAM 189 HAULING COST ESTIMATING BY VEHICLE SIMULATION

TEREX 33-07, 525 GHP, CLBT-5960 TRANS, 17.83*1 TGR, 21.00-35 TIRES

FIRST STEP - HAUL TO NEAR WALL

FROM START. TIME	DIST.	ON ELEMENT. TIME	DIST.	ON LINE. TIME	DIST.	VELOCITY MPH START	FINISH	ACCEL. FT/MIN.
0.17	174.	0.17	174.	0.014	19.5	15.5	15.9	2973.
0.39	394.	0.21	220.	0.037	31.2	9.5	9.4	-64.
0.99	1214.	0.60	820.	0.193	186.3	21.9	0.0	-10000.
1.39	2034.	0.40	820.	0.035	84.0	29.0	25.0	-10000.
1.51	2254.	0.11	220.	0.088	154.8	25.0	15.0	-10000.
1.71	2428.	0.19	174.	0.132	87.1	15.0	0.0	-10000.

	GRADE	ROLL. RES.	GRADE LENGTH	SPEED LIMIT	END SPEED	RET. CODE
LOADED	0.00	3.00	174.	60.00	60.00	1.
LOADED	7.50	3.00	220.	60.00	60.00	1.
LOADED	0.00	3.00	820.	60.00	0.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	820.	60.00	25.00	1.
EMPTY	-7.50	3.00	220.	25.00	15.00	1.
EMPTY	0.00	3.00	174.	15.00	0.00	1.

DISTANCE- EMPTY.. 1214. FEET 50.00 PCT.
DISTANCE-LOADED.. 1214. FEET 50.00 PCT.
TOTAL LENGTH..... 2428. FEET 0.45 MILES

PRODUCTIVITY AND COST SUMMARY.... USING A 6.00 YD. SHOVEL

VEHICLE '0+0' COST/HR. 0.00

VEH. RUNNING TIME..... 1.714
TIME ON HAUL ROAD..... 1.714 INCLUDES 0.00 MIN/CYCLE - HAUL ROAD DELAYS
TOTAL CYCLE TIME..... 5.814 INCLUDES 4.10 MIN/CYCLE AT 6.00 YD. SHOVEL
TRIPS/ 50.0 MIN. HR... 8.59

YDS/HR....	254.05	COST/YD....	0.000	YDS/TRIP....	29.54	POUNDS/YD....	2970.
SHORT TONS/HR...	377.27	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	43.87	POUNDS/TON...	2000.
LONG TONS/HR...	336.85	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.17	POUNDS/TON...	2240.
METRIC TONS/HR..	342.25	COST/TON....	0.000	TONS/TRIP....	39.80	POUNDS/TON...	2204.65

ESTUDIO DE TIME - LAPSE PARA UNA
OPERACION DE ACARREO Y RECEPCION
DE ROCA TRITURADA.

ESTUDIO : Ciclo alimentador de roca a la trituradora y ciclo receptor de piedra triturada.

ACTIVIDAD : Producción de agregado de 1 1/2" para sub-base y - base de un camino.

MAQUINARIA : (Solo lo que interviene directamente en los ciclos en estudio)

* Un traxcavo caterpillar 951 de capacidad de cuchara de 1 1/4 Yd^3 (0.99 M3)

* Una trituradora cedarapids., de circuito cerrado -- (Primaria de quijadas de 10" x 36 " y secundaria de - dos rodillos de 30 " x 22 " .

* Camiones de volteo de 7 m^3 (número variable de unidades.)

DESCRIPCION DE LOS CICLOS :

I.- ALIMENTADOR DE ROCA A LA TRITURADORA

a) Carga de los camiones con el traxcavo.

b) Acarreo a 400 metros

c) Descarga en la tolva de la trituradora

d) Regreso de los camiones .

II.- RECEPTOR DE PIEDRA TRITURADA

a) Llenado de camiones por la trituradora.

b) Acarreo al banco de almacenamiento a 100 metros

c) Descarga

d) Regreso

COEFICIENTES DE ABUNDAMIENTO

1).- 1 M^3 banco = 1.60 m^3 roca

2).- 1 M^3 roca = 1.15 m^3 grava.

...

TIEMPOS OBTENIDOS DEL ANALISIS DE LAS PELICULAS :

I.- Ciclo alimentador de Roca a la Trituradora :

a) Carga de un camión por el traxcavo	2.41 minutos
b) Acarreo	2.92 minutos
c) Descarga	0.69 minutos
d) Regreso	2.06 minutos

II.- Ciclo receptor de grava

	7 m^3 grava	8.05 m^3 grava
a) Acomodo del camión bajo la banda	0.34 min.	0.39 minutos
b) Llenado	13.54 min.	15.57 minutos
c) Acarreo	1.69 min.	1.84 minutos
d) Descarga	0.90 min.	1.04 minutos
e) Regreso	0.74 min.	0.85 minutos

7 M^3 de roca = 8.05 M^3 de grava .

ANALISIS DE PELICULA # 3

V.M.

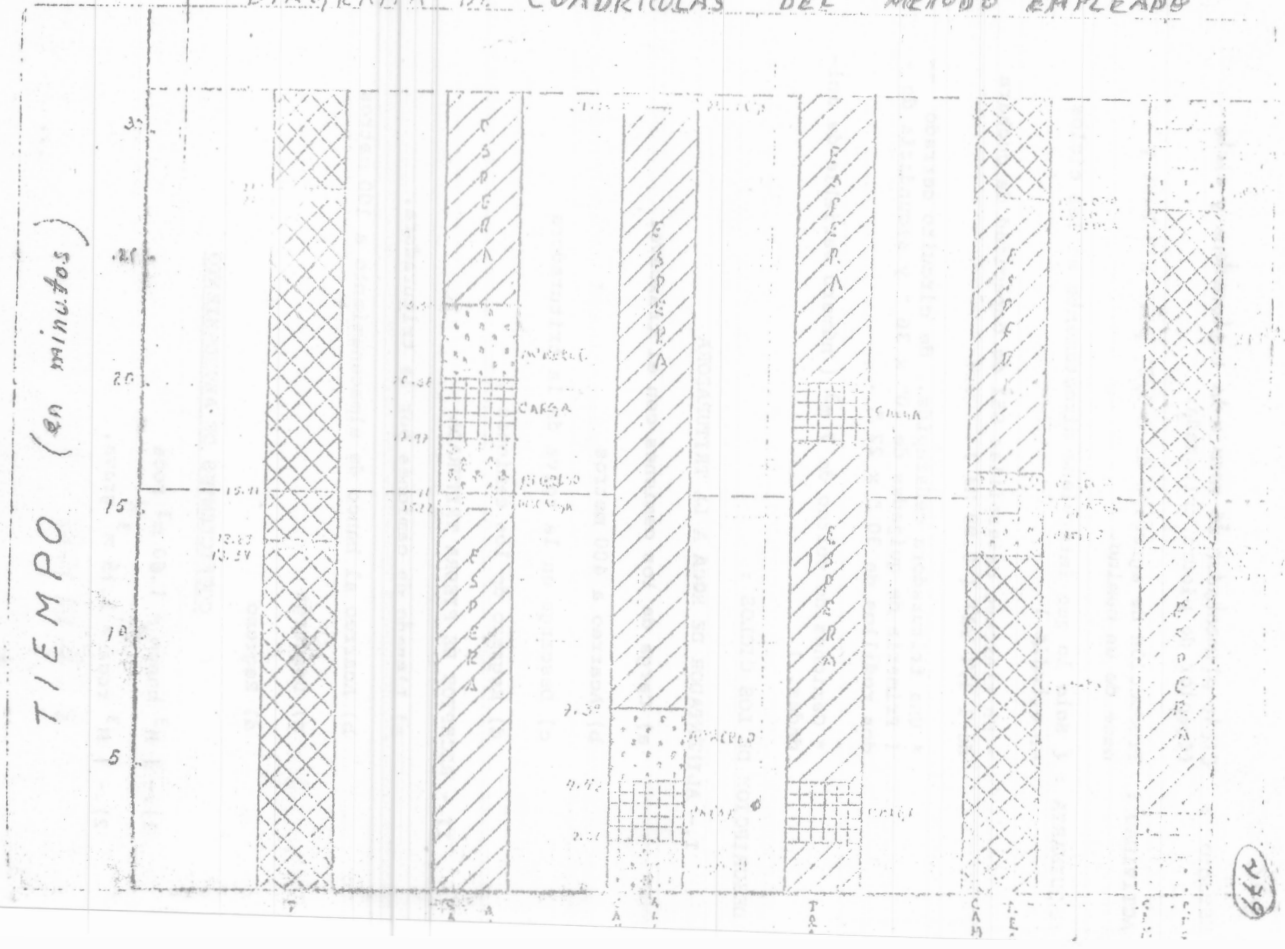
HOJA: 1/1

2 SEG.

Sept. 20.73

	CONTADOR DE CUADROS		TIEMPO segundos	TIEMPO minutos	% RE	ACTIVIDAD PRODUCCION DE GRAVA DE 1 1/2"
13:05 horas						
	000 - 017	17	34	0.57	3	REGISTRO EN LA PLANTA TRITURADORA , CAMION DE 7 M3 , DESCARGANDO EN LA TRITUR.
	017 - 275	258	516	8.60	45	REGRESO AL BANCO DE ROCA - CARGA - ACARREO.
	275 - 570	295	590	9.83	52	ESPERA EN LA TRITURADORA.
				19.00	100	
	570 - 588	18	36	0.60	3	DESCARGA
	588 - 935	347	694	11.57	56	REGRESO AL BANCO DE ROCA-CARGA-ACARREO
	935 - 1185	250	500	8.33	41	ESPERA
				20.50	100	
	1185 - 1207	22	44	0.73		DESCARGA
14:50 HRS	INTERVALO : 1 CUADRO / 4 SEGUNDOS					REGISTRO EN EL BANCO DE ROCA
	000 - 037	37	148	2.47	8	TRASCAVO CARGANDO AL CAMION
	037 - 464	427	1708	28.47	92	ESPERA QUE LLEGUE EL CAMION
				30.94	100	
	464 - 501	37	148	2.47	21	CARGA
	501 - 638	137	548	9.13	79	ESPERA
				11.60	100	
	638 - 676	38	152	2.53		CARGA

DIAGRAMA DE CUADRICULAS DEL METODO EMPLEADO

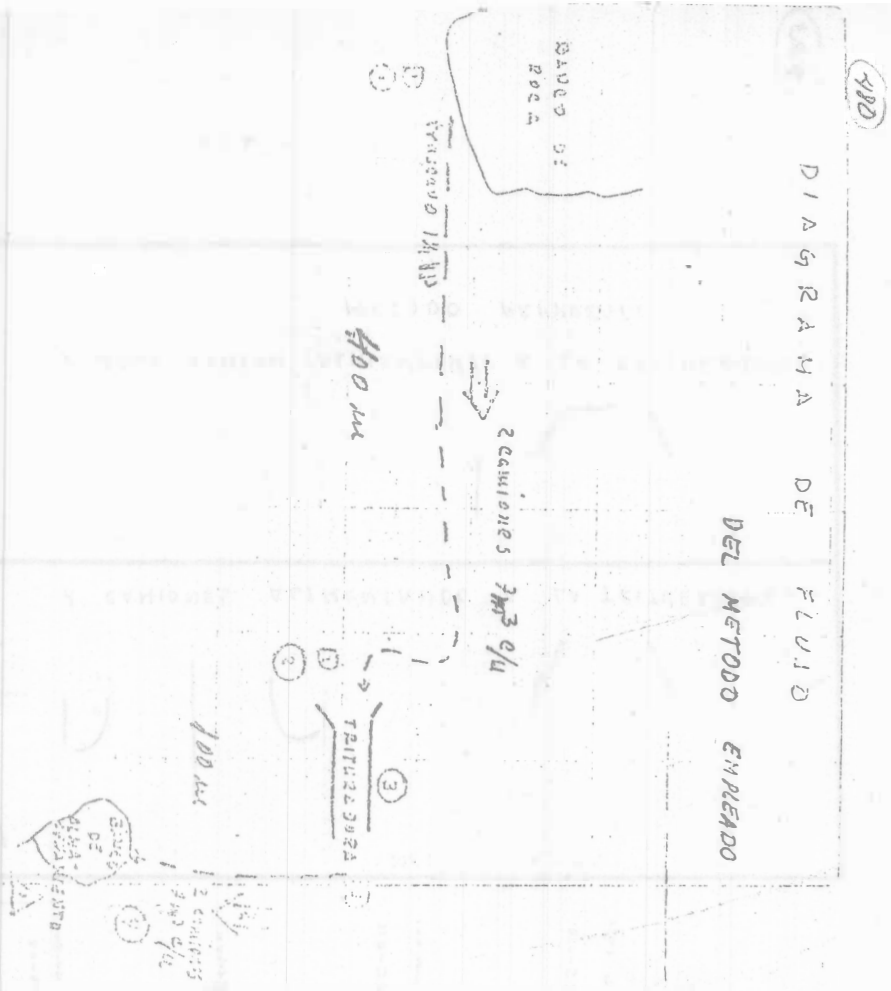


○ = operación

D = retraso

⇨ = transporte

△ = almacenamiento.



UNIDAD DE MATERIAL : 4.38 M3 S

CARTA DE PROCEDIMIENTO

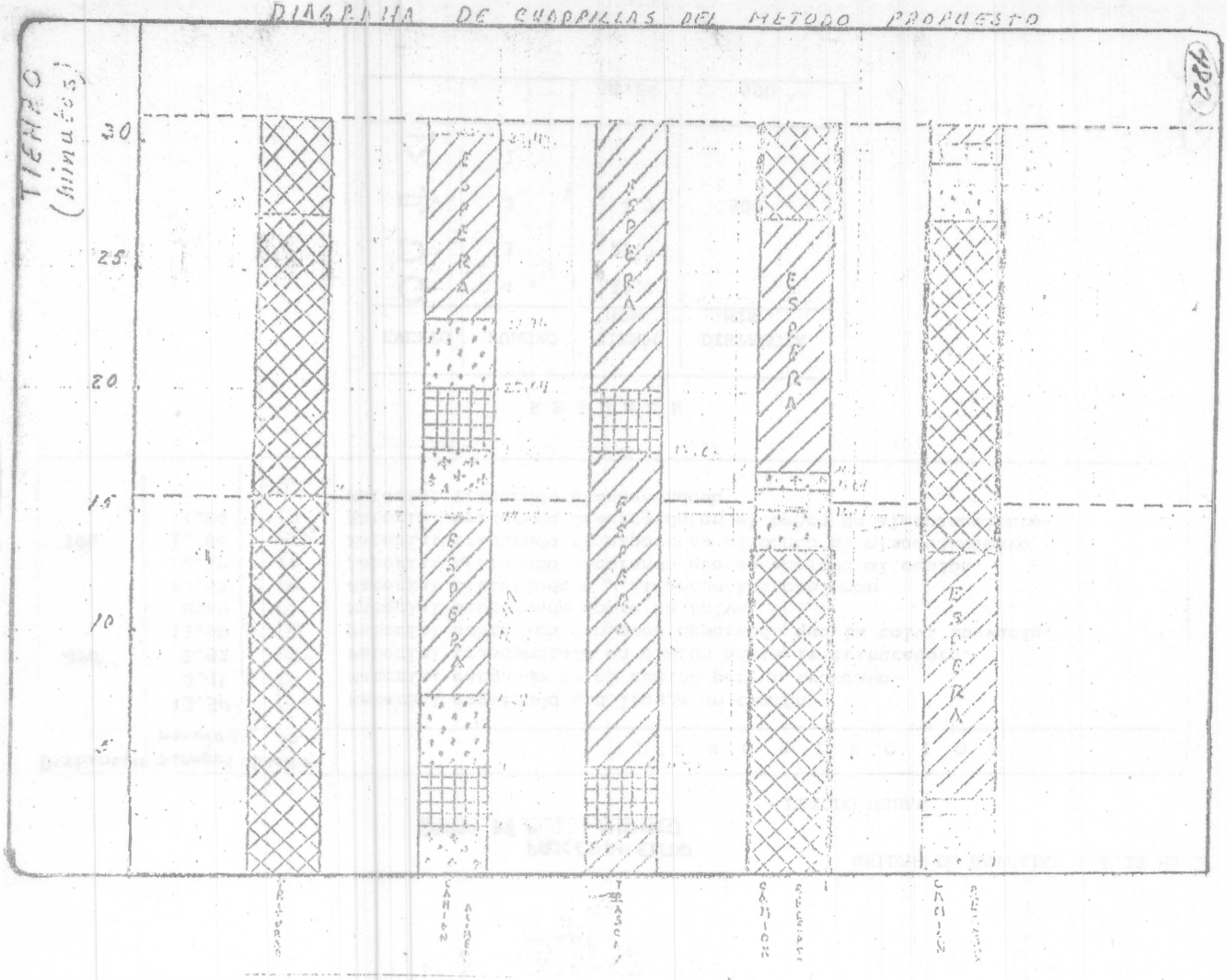
METODO USUAL

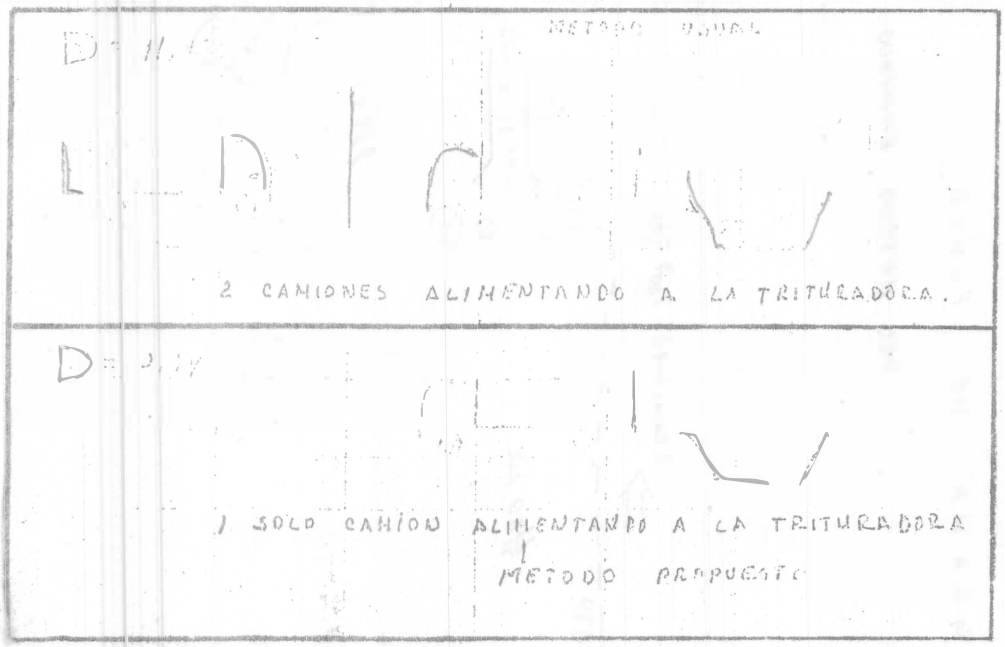
Distancia	Tiempos minutos	Simbolo	DESCRIPCION
	13.58	D	Material esperando que llegue un camión.
	2.41	○	Material cargando en el camión por un trascavo
400'	2.92	⇨	Material transportado en camión hacia la trituradora.
	11.90	D	Material sobre los camiones esperando que la tolva se vacie.
	0.69	○	Material descargado sobre la tolva
	15.57	○	Material triturándose y llenando los camiones
	0.39	D	Material triturado esperando que se acomode el camión.
100	1.84	⇨	Material triturado transportado al banco de almacenamiento
	1.04	○	Material triturado descargado en el banco de almacenamiento
		△	Material triturado almacenándose

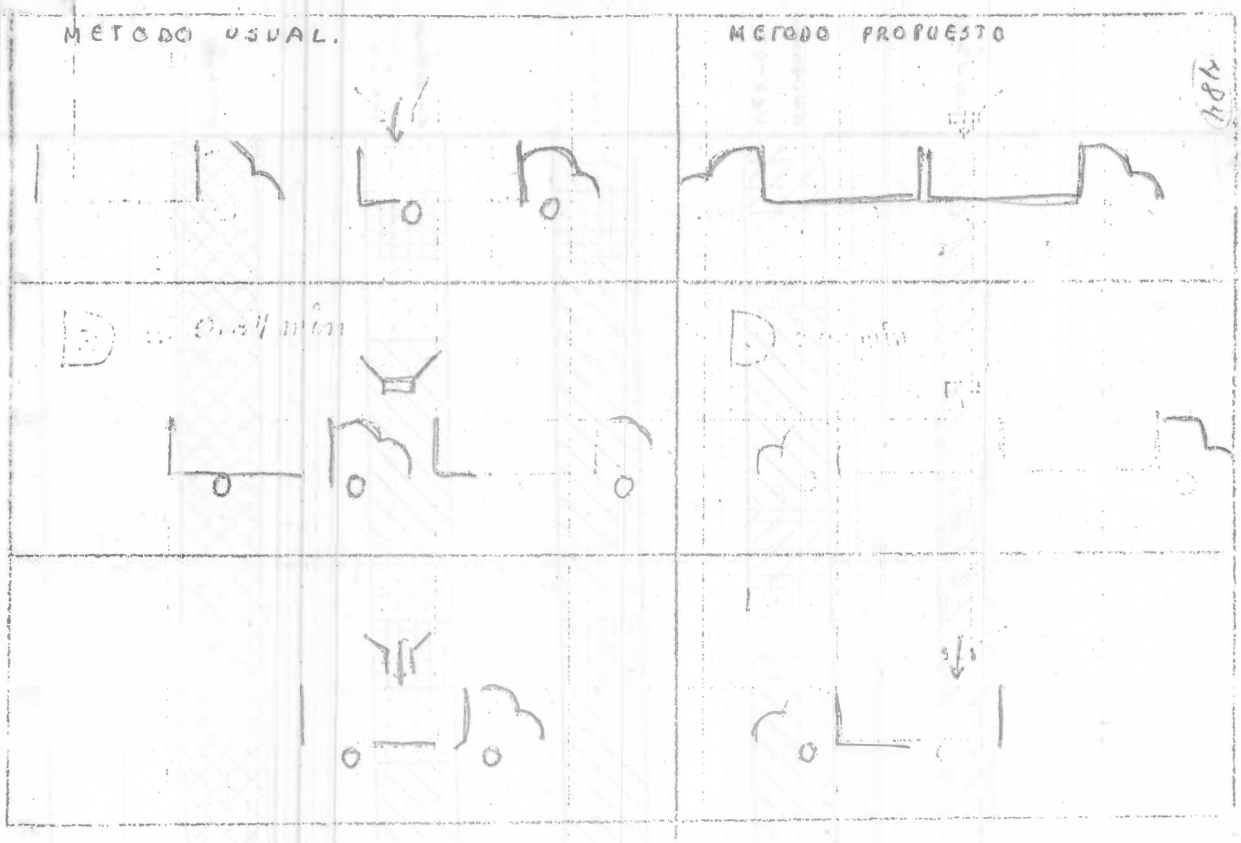
RESUMEN

EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA MTS
○	4	19.71	
D	3	25.79	
⇨	2	4.76	500
△	1		
		50.26	500

DIAGRAMA DE CUADRILLAS DEL METODO PROPUESTO







CARTA DE PROCESAMIENTO
METODO PROPUESTO

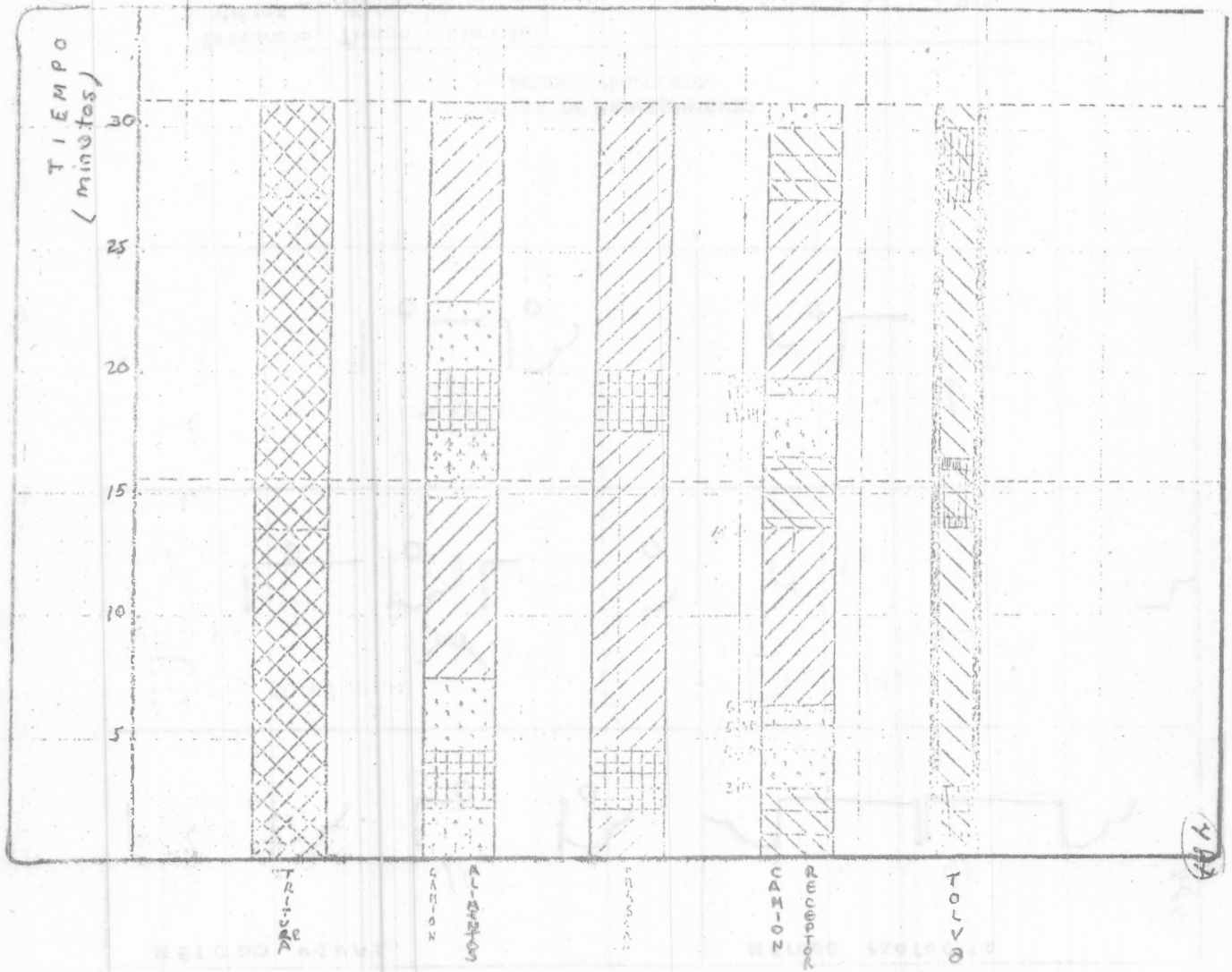
Distancia Metros	Tiempo Min.	Simbolo	Descripción
	13.76	D	Material esperando que llegue un camión.
	2.47	O	Material cargado por el trascavo al camión.
400	2.92		Material transportado en camión hacia la trituradora.
	7.49	D	Material sobre el camión esperando que la tolva se vacie.
	0.69	O	Material descargado sobre la tolva.
	15.57	O	Material triturandose y llenando camiones.
100	1.84		Material triturado transportado al banco de almacenamiento
	1.04	D	Material triturado descargado en el banco de almacenamiento.
			Material triturado almacenandose hasta que se necesite.

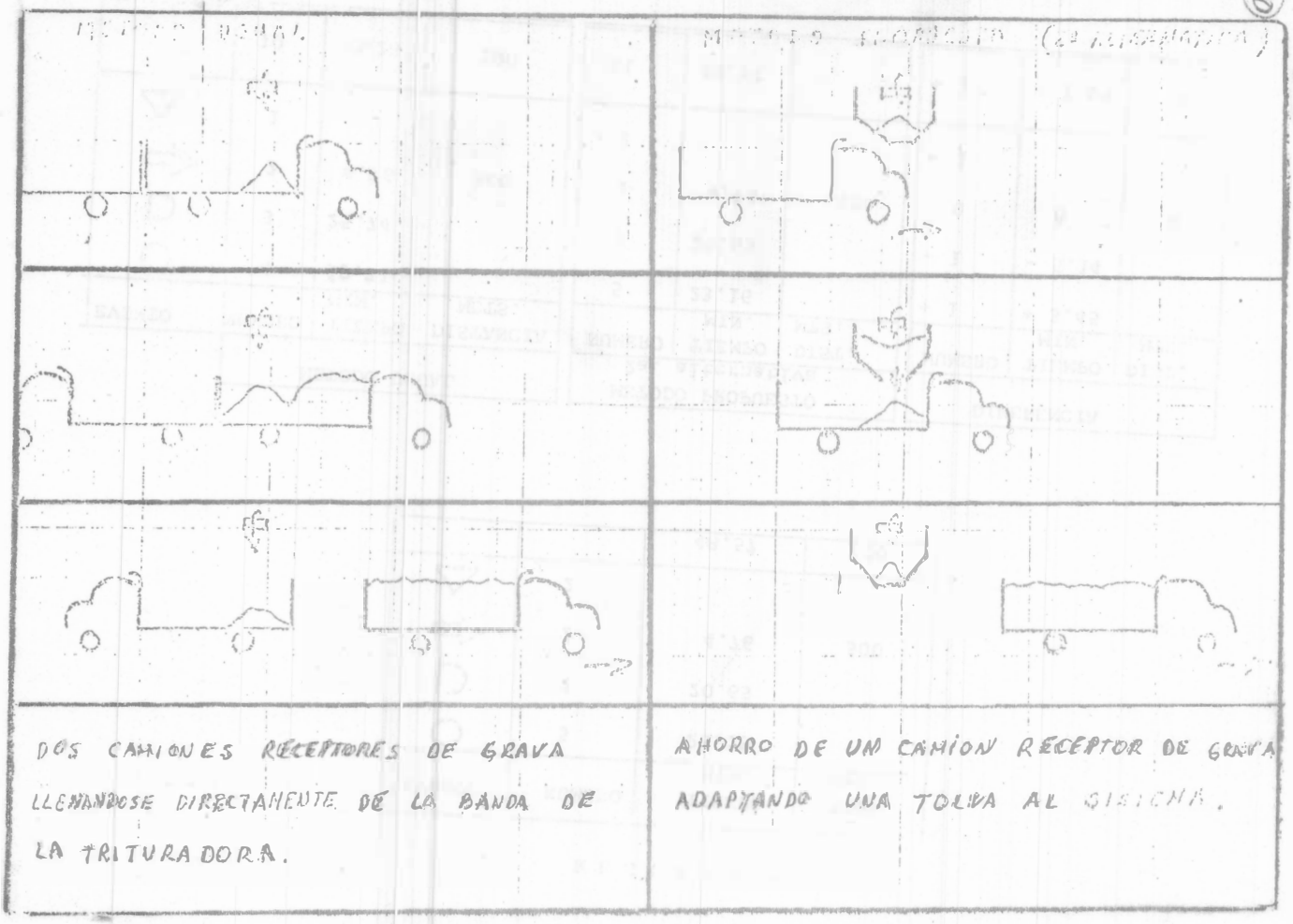
RESUMEN

EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.
O	4	19,71	
D	2	20,65	
	2	4.76	500
	1		
		45.12	500

COMPARACION DE METODOS

EVENTO	METODO USUAL			METODO PROPUESTO			DIFERENCIA		
	NUMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA MTS.	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS
○	4	19.71		4	19.71		0	0	
D	3	25.79		2	20.65		-1	- 5.14	
⇨	2	4.76	500	2	4.76	500	0	0	0
△	1			1			0		
		50.26	500		45.12	500	-1	- 5.14	





DOS CAMIONES RECEPTORES DE GRAVA LLENANDOSE DIRECTAMENTE DE LA BANDA DE LA TRITURADORA.

AHORRO DE UN CAMION RECEPTOR DE GRAVA ADAPTANDO UNA TOLVA AL SILICHA.

CARTA DE PROCESAMIENTO
2o. METODO PROPUESTO

DISTANCIA MTS	TIEMPO MIN	SIMBOLO	DESCRIPCION
	13.16	D	Material esperando que llegue un camión.
	2.41	1	Material cargado por el trascavo al camión.
400	2.92		Material transportado hacia la trituradora.
	7.49	3	Material sobre el camión esperando que la tolva se vacie.
	0.69	2	Material descargado sobre el embulo de la trituradora.
	15.57	3	Material triturandose y llenando la tolva para grava.
			Material almacenándose en la tolva.
	3.00 X 1.15	4	Material descolgado sobre un camión direct. de la tolva
100	1.84		Material transportado al banco de Almacenamiento.
	1.04	6	Material descargado en el banco de almacenamiento
			Material almacenándose hasta que se necesita
500	48.12		

R E S U M E N

EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.
○	5	23.16	
D	2	20.65	
⇨	2	4.76	500
△	2		
		48.57	500

	METODO USUAL			METODO PROPUESTO 2a. alternativa			DIFERENCIA		
EVENTO	NUMERO	TIEMPO MIN.	DISTANCIA METS.	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.	NUMERO	TIEMPO MIN.	DIST. MTS.
○	4	10.71		5	23.16		+ 1	+ 3.45	
D	3	25.74		2	20.65		- 1	- 5.14	
⇨	2	4.76	500	2	4.76	500	0	0	0
△	1			2			+ 1		
	10	50.26	500	11	48.57		+ 1	- 1.69	0

MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODOS DE SELECCION DE EQUIPO

ING. FERNANDO FAVELA L.

INTRODUCCION

CONSTRUCCION

Dentro de los campos en la profesión del Ingeniero Civil ocupa un lugar preponderante la construcción. En la realización de una obra, este campo sigue inmediatamente al diseño y precede a los de operación y mantenimiento de obras. Consiste la construcción en la realización de una obra combinando materiales, obra de mano y maquinaria - con objeto de producir dicha obra de tal manera que satisfaga una necesidad normalmente colectiva, y que cumpla con las condiciones planteadas por el diseñador, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad.

Consiste la construcción en uno o varios procesos de producción en el o los que se combinan en alguna forma recursos (materiales, obra de mano y maquinaria) para lograr el producto terminado, se trata pues - de un típico proceso industrial, que solo difiere del clásico en que las- obras normalmente son diferentes y se requiere estudiar un proceso - que será diferente para cada obra, en cambio en el proceso típico industrial este es repetitivo.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Entre estos procesos es muy común encontrar el movimiento de - tierras, que bien sea parte del proceso total o todo el proceso se pre-

senta en la mayor parte de las obras que se construyen. Consiste pues el Movimiento de Tierras en combinar maquinaria, materiales y obra de mano, a fin de obtener la obra o parte de la obra de acuerdo con lo planteado en el diseño.

El problema de selección de equipo trata de determinar que tipo, modelo y tamaño de máquinas deberá usar el ingeniero para realizar su proceso dentro de las restricciones impuestas por el proyecto. Al definir esto el ingeniero estará planeando el proceso constructivo, o dicho en otra forma definirá en todos sus puntos el procedimiento de construcción a usarse.

PROCESOS

Podemos pues presentar la construcción (vale para el movimiento de tierras) como uno o varios procesos de transformación con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada.

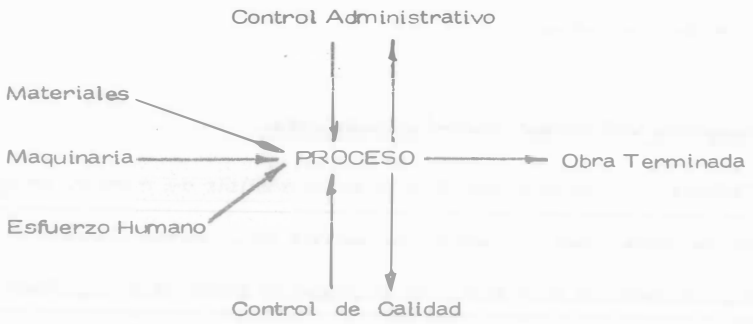


Como habíamos dicho antes el proceso puede ser uno o varios, pero también podremos dividirlo en subprocesos, cada uno de los cuales producirán una parte de la obra, estos pueden ser simultáneos o en cadena, y es usual que estos subprocesos se analicen por separado para definir los procedimientos de construcción que producirán la obra que deseamos.

CONTROLES

A lo largo de la ejecución deberemos revisar para que nuestro esfuerzo nos vaya llevando a la obra terminada tal y como lo concebimos. Es fácil comprender que no conviene esperar al fin de la obra para revisar si esta coincide con la diseñada, y si nuestra planeación se cumplió, esto es, si las cantidades y calidades que calculamos usar de nuestros recursos realmente fueron las utilizadas. Si algo falla lo planeado no coincidirá con lo ejecutado. A la revisión de el uso de los recursos a lo largo de la ejecución se le llama Control Administrativo. A la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea la diseñada se le denomina Control de Calidad. Estos controles consisten en tomar muestras a lo largo del proceso y compararlas con los estandares tomados de la planeación; en realidad constituyen en si un proceso capaz también de ser planeado. Este tipo de procesos se denominan de Control o Retroalimentación. Si en estos procesos se encuentran desviaciones significativas con el estandar actúan sobre los procedimientos de construcción para corregir las desviaciones y acercar el producto al estandar.

Puede pues representarse la construcción y sus controles con el siguiente esquema.



DECISIONES

TOMA DE DECISIONES

El ingeniero que se ocupa del movimiento de tierras tiene que planear anticipadamente el equipo a utilizarse en el proceso. Esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas en ciertas combinaciones -- que él sabe le producirán la obra de acuerdo con el diseño. Se le presentan pues varias alternativas, una de las cuales escogerá para realizar las obras. Esto constituye la toma de una decisión. Una decisión es simplemente una selección entre dos o más cursos de acción. Podemos decir pues que la selección del equipo en movimiento de tierras es un caso de la toma de decisiones.

La toma de decisiones puede realizarse intuitiva o analíticamente. Si se aplica la intuición normalmente se usa lo que ha sucedido en el pasado y aplicando este conocimiento se estima lo que puede suceder en el futuro, con cada una de las vías de acción, y en función de esta apreciación se toma la decisión. La decisión tomada analíticamente-- consiste en un estudio sistemático y evaluación cuantitativa de el pasado y el futuro, y en función de este estudio se selecciona la vía de acción más adecuada. Ambos métodos se usan comunmente en el problema de selección de equipo.

OBJETIVOS

Si queremos hacer la selección de un camino entre varios que se presentan, y que solucionará el problema tendremos en alguna forma-

que comparar las posibles soluciones. Se presenta el problema de como compararlas ¿En función de qué? ¿Cómo valuarlas? El ingeniero deberá pues determinar un objetivo u objetivos que le servirán — para valuar dichas vías de acción o caminos alternativos.

La labor del ingeniero está orientada por la economía; es decir -- tiene como objetivo fundamental adecuar el costo con la satisfacción -- de una necesidad. Aún cuando no es raro que en su labor el ingeniero se enfrente a problemas con objetivos contradictorios en el caso de la selección de equipo sus decisiones están orientadas por el criterio económico.

La valuación de las alternativas será pues una valuación de tipo -- económico, habrá que determinar el costo de las entradas a lo largo - del tiempo y el beneficio que proporcionará la salida, también a lo largo del tiempo, para cada alternativa. De la comparación de estos costos-beneficios saldrá una manera de comparar las alternarivas en que se basará el ingeniero para tomar su decisión. El ingeniero deberá — pues tener un conocimiento profundo de los costos, y deberá poder definir tanto los costos físicamente creados por el uso de su alternativa, - como los derivados de usar la solución propuesta por él.

La selección dependerá pues del criterio económico. La evalua -- ción de las alternativas podría tomar la forma de :

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Costo}}$$

También puede decirse pues que lo que busca el ingeniero es hacer máximas las utilidades.

PROCEDIMIENTO PARA TOMAR DECISIONES.

Definido el problema deberá hacerse un análisis del mismo, en esta fase se recaba toda la información que nos de un conocimiento profundo y completo del problema, con el objeto de poder definir y valuar el mismo, lo que traerá como consecuencia una selección más depurada de las distintas alternativas-solución que se formulará en la siguiente etapa de la toma de decisión. Esta definición y valuación del problema se hará tomando en cuenta el objetivo.

En la siguiente fase se toman todas las alternativas posibles o cursos alternativos de acción. En este caso es muy importante para escoger las alternativas posibles la preparación técnica del ingeniero.

La tercera fase consiste en comparar estos posibles cursos de acción en función del objetivo y al final de esta fase podremos tomar ya - una decisión que vaya guiada al objetivo propuesto.

Por último se considera una última fase de especificación e implementación, en la cual se hace una descripción completa de la solución elegida y su funcionamiento.

CERTEZA - RIESGO - INCERTIDUMBRE.

Se dice que una decisión se toma bajo certeza cuando el ingeniero conoce y considera todas las alternativas posibles y conoce todos los - estados futuros de la situación, consecuencia de tomar dichas alternati

vas, y a cada alternativa corresponde un solo estado futuro.

Se dice que una decisión se toma bajo riesgo si a cada una de las alternativas corresponden diversos estados futuros, pero el ingeniero conoce la probabilidad de que se presente cada uno de ellos.

Se dice que la decisión se toma bajo incertidumbre si el ingeniero no conoce las características probabilistas de las variables.

PROCESO - SISTEMAS

Al analizar el proceso constructivo y planearlo nos encontramos - que en realidad estamos encontrando el grupo de decisiones que permitirán el logro de nuestros objetivos.

Para estudiar este proceso será indispensable analizar todas las - variables o las más importantes que intervienen en él, las relaciones - entre ellas y como una variación en cada una de ellas influye en que el resultado final se acerque más o menos a nuestro objetivo. Esto en -- realidad equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de acción en función del objetivo.

Normalmente las variables tienen limitaciones. Podremos tener - limitaciones en tiempo, en recursos, en sumas mensuales a gastar, - etc.

Muchas veces los cursos alternativos de acción son muy grandes - en número, y por esto es conveniente para compararlos con facilidad, encontrar como cada valor de la variable influye en la salida del proceso.

RESTRICCIONES

En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o limitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseñador, de limitaciones propias de la empresa, o restricciones externas.

Es muy conveniente que el ingeniero no se cree restricciones ficti_ cias, que le limitarán el encontrar soluciones alternas posibles. Esto limitaría la aplicación de la técnica del ingeniero.

SELECCION DE VARIABLES

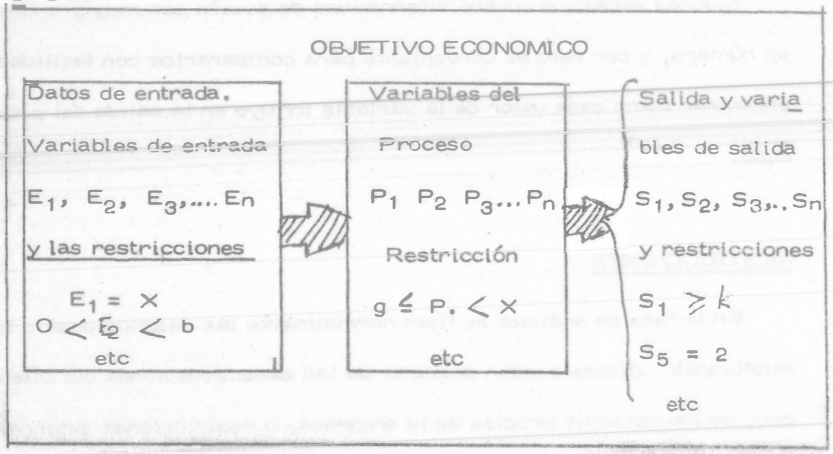
No es fácil encontrar todas las variables; por otro lado no todas in_ fluiran importantemente en el proceso, es pues conveniente definir las variables significativas, esto es las que modifiquen importantemente - la salida valuada en función del objetivo. Las variables pueden ser :

a) Controlables, aquellas que podremos variar a nuestro antojo.

b) Las que no pueden ser controladas o manipuladas en el proce_ so, pero que influyen en la salida.

Podemos pues definir nuestro método de decisión usando la siguien_ te notación :

DADOS



ENCONTRAR

El conjunto de valores de las variables controlables que ha - gan óptimo el criterio económico y que satisfagan las limi_ taciones y restricciones.

SISTEMAS - MODELOS

Para tomar nuestra decisión o conjunto de decisiones dentro de los considerados repasados anteriormente requerimos representar - nuestro proceso (sistema), de tal manera que operando sobre la - representación modificando los valores de las variables controlables tengamos salidas que se aproximen o sean las mismas que las obtenidas al operar el sistema real.

Se define sistema como una entidad individual delimitada formada por un conjunto de componentes (pueden ser subsistemas) diseñadas para actuar estimulados por factores externos (entradas) y -- orientadas para lograr la salida deseada. De acuerdo con esta definición nuestro proceso constructivo en realidad constituye un sistema.

Una característica importante de los sistemas es que deben ser integrados, esto es que exista una clara interdependencia entre todas sus partes (independientemente de que estas partes sean Sub-Sistemas o no) que constituyan un todo de tal manera que al efectuarse un cambio en una parte , otras queden en mayor o menor grado afectadas por dicho cambio.

MODELOS MATEMATICOS.

Para manejar y planear sistemas, así como para ayudar a tomar decisiones sobre sistemas establecidos, se han desarrollado gran cantidad de modelos matemáticos cuyo estudio pertenece a la investigación de operaciones.

Al enfrentarse el Ingeniero a las decisiones que tiene que tomar - respecto a su sistema-obra, debe aprovechar los modelos ya desarrollados para analizar sub-sistemas o el sistema en conjunto.

La construcción de modelos ha tenido un desarrollo impresionante en los últimos años y esta actividad se amplía cada vez más. Paralelo a la construcción, la ampliación de los modelos a la práctica se - está generalizando también y los campos en donde se puede aplicar se pluralizarán en el futuro.

En la actualidad existen modelos como la construcción de red de - actividades que proporcionan un método sencillo, práctico y completo para representar y analizar un proceso constructivo dividido en sus - actividades. El análisis de tiempos y relaciones de precedencia de la red se amplía al obtenerse además la ruta crítica y al poder agregar - análisis de costos y análisis de recursos utilizados en las actividades.

Modelos como los de reemplazo ayudan a determinar la vida - - económica de las máquinas indicando cuando se debe hacer un reemplazo y cuando una reparación, etc. para que la operación de la - - - máquina sea económica.

Modelos de control de inventarios pueden ayudar a establecer - - políticas óptimas, desde el punto de vista económico, para determinar cuánto y cuando se debe ordenar de cada uno de los materiales que se manejan en almacén y que tienen una demanda conocida.

La programación lineal y el problema del transporte tienen varias aplicaciones en el campo de la ingeniería civil. Se puede encontrar de la manera más económica de transportar cierto material (cemen

to, concreto, etc.), desde un conjunto de orígenes donde existe en -- cantidades conocidas, hasta un conjunto de destinos donde es requerido en cantidades también conocidas. Se pueden aplicar tambien a la - - asignación científica de personal, o de maquinaria, a la determinación óptima de la mezcla de materiales procedentes de diferentes bancos -- para proporcionar cierta cantidad cumpliendo con especificaciones conocidas, al diseño de la red más económica para abastecer de agua potable una población, a la concesión de contratos, etc.

En aquellos fenómenos en los que se forma una cola porque no - - existe un equilibrio entre la demanda de servicio y la rapidez con que este servicio se proporciona, tambien pueden utilizarse modelos ya -- desarrollados.

La parte de la investigación de operaciones que se ocupa de su estudio se llama teoría de los fenómenos de espera. Es fácil localizar - problemas de este tipo en un sistema-obra.

Por ejemplo los camiones en fila, esperando que una excavadora, - pala, draga, etc., los cargue para estudiar la capacidad, número - - raídez (eficiencia) que las dragas deben tener para lograr un equilibrio económico, o para impedir que la cola de camiones sea demasiada larga.

Hay además multitud de problemas económicas de comparación entre alternativas en los que debemos mencionar la necesidad de juzgar las -- diversas alternativas que se presenten no solo por el costo directo, - - inmediato que cada una de ellas tengan, sino también por los costos futuros consecuencias de dichas alternativas.

Para hacer estas comparaciones con cantidades homogéneas hay que

tomar en consideración el valor del dinero en el tiempo y el manejo - de tasas de interés, temas de gran interés para las decisiones del - - ingeniero.

Con el desarrollo de las computadoras electrónicas de la investigación de operaciones se ha desarrollado en la creación de modelos no - - analíticos que expresan las relaciones más importantes y que simulen lo más posible las condiciones reales.

Esta técnica se llama simulación y su aplicación ha tenido éxitos - notables. Han sido especialmente útiles aplicados al diseño y la operación de obras de ingeniería, pero no hay razón para suponer que no - pueden aplicarse con igual éxito a la construcción.

La explotación de una pedrera, la perforación de túneles, de pasos a desnivel, etc., son operaciones que fácilmente se podrían simular.

VALUACION DE ALTERNATIVAS

VALUACION DE INSUMOS.

Al considerar los insumos y su costo, así como sus beneficios, estamos realmente tomando en cuenta los flujos de ingresos y recuperaciones, sin embargo tanto los ingresos como las recuperaciones, se verifican atraves del tiempo y vamos a ver que el factor tiempo tiene gran importancia.

Ya que nuestro objetivo es el económico, al valuar insumos y productos utilizamos como medio de valuación una unidad monetaria, sin embargo el valor de la unidad monetaria es función del tiempo, y dado que la corriente de beneficios y costos ocurre a lo largo del tiempo, no es posible compararlos y plantear la necesidad de uniformizar sus valores antes de proceder a la suma.

Los procedimientos usados para uniformizar este valor se basan en las formulas de interes compuesto, para utilizar estas formulas se consideran una tasa de pérdida de valor que se denomina tasa de actualización y también tasa de interés mínima aceptable .

INTERES COMPUESTO.

Llamando "F" al valor futuro de un Capital , "C" al interés compuesto, colocado a una tasa " i " durante " n " número de años, tendremos que el capital acumulado al final del enésimo intervalo es $C(1+i)^n$. Tomando la notación amba indicada.

$$F = C(1+i)^n$$

Donde repitiendo " i " es la tasa de interés usada, y " n " es el número de intervalos de tiempo que componen el período comprendido entre hoy (Capital "C") y el futuro (Capital "F") . Al factor $(1+i)^n$ le llamaremos " Factor de valor futuro ".

Despejando "C" tendremos.

$$C = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Que nos dá el valor actualizado de un capital "F" futuro a "n" intervalos de tiempo a partir de hoy . Al factor $\frac{1}{(1+i)^n}$ se le llama " Factor de valor actualizado ".

Estos factores se encuentran tabulados en los libros de interés compuesto o de Ingeniería Económica para diferentes valores de "i" y de "n". Al final del capítulo se presenta una tabla de los factores de valor actualizado como ejemplo.

Utilizando estas formulas de interés compuesto es posible uniformizar valores de Capitales que se usan o reciben atraves del tiempo, de modo que sean comparables y puedan utilizarse para poder tomar una decisión.

EL METODO DEL VALOR ACTUALIZADO.

Consiste en obtener los valores presentes equivalentes a los capitales futuros, tanto de ingresos como de recuperaciones. Se utiliza por supuesto la fórmula del interés compuesto, multiplicando a cada valor futuro por el factor de valor actualizado correspondiente. Cuando se usan simultáneamente egresos y recuperaciones en una alternativa, en

general se asodan a ellos signos contrarios; signo positivo para las recuperaciones y signo negativo para los egresos.

El valor actualizado equivalente será egreso o recuperación actualizado si la suma algebraica resulta negativa o positiva respectivamente. - Generalmente se actualizan por separado los beneficios y los costos, - - pues para comparar las diversas alternativas, se usan como criterio de - comparación, no solo el resultante final de la suma algebraica, sino el -- cociente de los beneficios sobre costos actualizados, otro procedimiento conveniente dependiendo de la naturaleza del problema.

Estos métodos son tanto más importantes en la forma de decisiones en la construcción cuanto mayor sea el tiempo de ejecución de la obra, - puesto que las diferencias entre los capitales no actualizados y actualizados será mayor.

Al tomar decisiones dentro del ambito de la empresa, sí es muy - - importante considerar la variación con el tiempo del valor del dinero, ya que la empresa efectúa sus operaciones a lo largo de tiempos considerablemente largos.

TABLAS DE INTERES COMPUESTO
FACTORES DE ACTUALIZACION

	1%		12%	
No.	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos
1	0.9901	0.990	0.8929	0.893
2	0.9803	1.970	0.7972	1.690
3	0.9706	2.941	0.7118	2.402
4	0.9610	3.902	0.6355	3.037
5	0.9515	4.853	0.5674	3.605
6	0.9420	5.795	0.5066	4.111
7	0.9327	6.728	0.4523	4.564
8	0.9235	7.652	0.4039	4.968
9	0.9143	8.566	0.3606	5.328
10	0.9053	9.471	0.3220	5.650
11	0.8963	10.368	0.2875	5.938
12	0.8874	11.255	0.2567	6.194
13	0.8787	12.134	0.2292	6.424
14	0.8700	13.004	0.2046	6.628
15	0.8613	13.865	0.1827	6.811
16	0.8528	14.718	0.1631	6.974
17	0.8444	15.562	0.1456	7.120
18	0.8360	16.398	0.1300	7.250
19	0.8277	17.226	0.1161	7.366
20	0.8195	18.046	0.1037	7.460
21	0.8114	18.857	0.0926	7.562
22	0.8034	19.660	0.0826	7.645
23	0.7954	20.456	0.0738	7.718
24	0.7876	21.243	0.0659	7.784
25	0.7798	22.023	0.0588	7.843
26	0.7720	22.795	0.0525	7.896
27	0.7644	23.560	0.0469	7.943
28	0.7568	24.316	0.0419	7.984
29	0.7493	25.066	0.0374	8.022
30	0.7419	25.808	0.0334	8.055
31	0.7346	26.542	0.0298	8.085
32	0.7273	27.270	0.0266	8.112
33	0.7201	27.990	0.0238	8.135
34	0.7201	27.703	0.0212	8.157
35	0.7050	29.409	0.0189	8.176
40	0.6717	32.835	0.0107	8.244
45	0.6391	36.095	0.0061	8.283
50	0.6030	39.196	0.0035	8.305
75	0.4741	52.587		
100	0.3697	63.029		

TOMA DE DECISION

a) PRUEBA DEL MODELO

Es muy conveniente que al desarrollar un modelo, para que represente convenientemente el sistema se pruebe continuamente mientras se esta construyendo.

Al terminar el modelo se realizan pruebas para garantizar su propiedad. Si el modelo tiene deficiencias, es decir las salidas, no corresponden a la realidad del sistema, pueden deberse a que no se seleccionaron adecuadamente las variables significativas, o bien las relaciones entre variables no corresponden a la realidad.

Pueden también probarse el modelo atraves de pruebas parciales o restringidas de las soluciones propuestas siempre que esto sea posible.

b) SENSIBILIDAD.

Sensibilidad de un sistema en general se refiere al cambio o cambios en los parámetros del sistema (coeficiente o en su caso entradas).

La sensibilidad tiene especial importancia, pues le indica al ingeniero como se comporta una decisión cuando las condiciones cambian por alguna razón.

El estudio de la sensibilidad es muy importante para formar la decisión, puede ser que una decisión tenga alta sensibilidad, esto sea vulnerable a pequeños cambios de las variables controlables. Cuando esto sucede es muy conveniente realizar una investigación que nos asegure la validez de los datos que están siendo evaluados.

c) SELECCION DE LA VIA DE ACCION.

Cualquiera que sea el sistema de comparación de alternativas, desde simple intuición hasta el uso de complicados modelos matemáticos, hay que tomar en cuenta ciertas condiciones que influyen importantemente en la decisión.

En primer lugar la persona o personas que van a tomarla. En general la valuación en términos del objetivo no forma algunas variables en consideración, puede ser que se consideren variables no significativas algunas variables de caracter probabilístico. Una persona con propensión a no tomar riesgos en un caso de los anteriores, tomará una decisión diferente a una persona que toma riesgos. Esto es una característica psicológica del sujeto que va a tomar la decisión y conviene tomarlo en cuenta.

De todos modos hay que repasar las variables que se consideraron no-significativas, pues hay variables que para ciertos valores no son significativas, pero que en otros rangos si lo son. Un repaso en función de la valuación de las alternativas es pues conveniente.

También es frecuente que la valuación se realice bajo certeza, cuando en practicamente todos los problemas de Ingeniería se presentan bajo riesgo o incertidumbre. En el momento de tomar una decisión, conviene también repasar cuales son las condiciones en que realmente se presenta el problema.

El análisis de sensibilidad es también muy conveniente, pues - nos indicará como se comporta una solución ante variaciones en las - - condiciones planteadas.

En general todos estos puntos son analizados y pesados al tomar la decisión, cualquiera que sea el procedimiento de valuación de alternativas que se haya seguido.

SOLUCION

Especificación de una Solución. Una vez elegida la solución en la toma de decisiones inmediatamente se deberá proceder a especificar los atributos físicos y las características de funcionamiento de la misma - con tanto detalle como se requiera para que las personas que van a -- participar en su implementación conozcan hasta el detalle necesario. - Principalmente cuando el que planea es una personas diferente del que ejecuta, es preciso elaborar cuidadosamente documentación, de tal -- manera completa, que pueda comunicar a otros la solución.

Normalmente se hace mensión de la necesidad de la solución propuesta, se especifica la solución, mediante dibujos y especificaciones y se justifican sus características y funcionamiento.

Muchas veces se hace necesario acompañar todo esto con un resumen- del proceso decisorio, y de los argumentos empleados para seleccionar la vía de acción, de tal manera que si se hace necesario en algún momento revisar la solución esto pueda hacerse fácil y rápidamente.

Aceptación de la Solución. Se ha demostrado con experimentos que una solución derivada de un análisis cuantitativo normalmente tiene poca - aceptación. Es frecuente que las personas a las que se propone se inclinen por aceptar más fácilmente una solución derivada de la experiencia que una que tenga bases cuantitativas, pero que sea deducida.

Para tener mayores probabilidades de exito en la aceptación de la so -

lución a la persona o personas que se van a dedicar posteriormente a - la implementación.

Esto es común hacerlo formando un equipo con la persona que planea y la o las que posteriormente van a encargarse de la implantación del — plan. Desafortunadamente esto no es posible a veces o la planeación - en Movimiento de Tierras muchas veces se hace antes de iniciar los - trabajos; por ejemplo si se concursa para definir el valor probable de los trabajos. Esto hace difícil lograr que se facilite al planeador el -- que se acepte su plan a priori.

Por otra parte es común que se tenga que cambiar al encargado de los trabajos y que el nuevo encargado no acepte las soluciones contenidas- en el plan que se estaba siguiendo.

Es pues muy conveniente que se preste gran atención a la forma en que se va a presentar el plan que contiene las decisiones deducidas analíti_ camente, pues si el ejecutor no piensa que las decisiones son correc - tas es bastante probable que la solución sea un fracaso.

Un sistema que se ha seguido con éxito es reunir a todos los encarga - dos de las obras para prepararlos en las técnicas de la decisión. Apro_ vechar para que entre todos planeen el sistema de información-decisión que servirá para planear las obras, de modo que tengan confianza en - el método y crean en él. Sin embargo cualquier sistema tiene sus fa - llas que tendremos que estar prontos a corregir cualquier problema que se presente en la implementación proveniente de que el encargado "du_ da" de la solución propuesta.

IMPLANTACION. Es muy frecuente que al implantar la solución se -- presenten condiciones no previstas que obliguen a modificar en poco o en mucho la solución especificada. Por otro lado puede también suce- der que la realidad no conteste completamente a lo previsto en el aná - lisis. En ambos casos es muy conveniente que en estas modificacio -- nes necesarias intervenga la persona que se encargó de seleccionar la vía de acción más conveniente, para que al realizar dichas modifica - ciones no se caiga en otra vía de acción inconveniente desde el punto de vista del objetivo.

Esto se obvia organizando reuniones entre los encargados de planea -- ción y los de la implantación del plan, que muchas veces conduce a mo_ dificaciones que mejoran inclusive la solución.

CONTROL. Cuando se trata de una cadena de decisiones o el proceso se realiza en tiempos largos es indispensable al planear la solución, - planear también las herramientas de control, con objeto de poder su - pervisar fácilmente si la realidad se comporta de acuerdo con lo pre - visto.

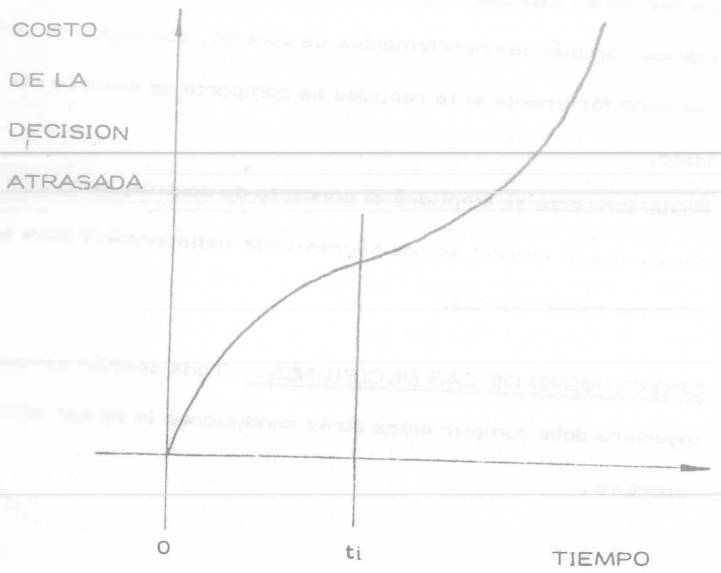
Posteriormente se ampliará el concepto de control, pero conviene re - cordar que el control es una herramienta indispensable para lograr re_ sultados satisfactorios.

OPORTUNIDAD DE LAS DECISIONES. Toda decisión tomada por el - ingeniero debe cumplir entre otras condiciones la de ser adecuada y -- oportuna.

La segunda de las características mencionadas, la oportunidad en las decisiones, es tan importante como la primera. No basta que la decisión que se toma sea adecuada, es necesario que también sea oportuna para que ejerza la función para la cual se requiere.

Si la decisión es adecuada y oportuna, se logrará el resultado deseado. Si sólo se satisface una de las dos condiciones anteriores, no se obtendrán los resultados apetecidos.

Si se define el costo de la decisión atrasada como la diferencia entre el costo en el tiempo t menos el costo en el tiempo cero, considerando que el tiempo cero es aquel en que se debe tomar la decisión, se puede describir la forma teórica general que el costo de la decisión atrasada tiene, independientemente del tipo de decisión de que se trate, a través de la gráfica siguiente :



Si la decisión se toma en el momento justo (tiempo cero) el costo de la decisión atrasada será cero; a medida que pasa el tiempo el costo de la decisión atrasada aumenta con una cierta rapidez de crecimiento hasta llegar a un tiempo ti después del cual esta rapidez se incrementa notablemente. Así, para toda decisión se pueden distinguir dos regiones: la primera de 0 a ti, donde el costo de la decisión atrasada no es muy importante, y de ti en adelante, donde el costo de la decisión atrasada puede resultar tan alto, que puede afectar seriamente la actividad de que se trate, o tal vez el proyecto completo desde el punto de vista económico. Sin embargo, aunque se conoce la forma de la curva, es muy difícil definirla cuantitativamente para una decisión cualquiera. Las escalas, como es lógico suponer, son diferentes para cada caso; tanto en lo que se refiere a los costos como a los tiempos.

El costo de la decisión atrasada es tanto más difícil de cuantificar cuanto más complejo sea el sistema en el cual se hace la decisión, ya que un atraso en una decisión no suele afectar exclusivamente a una actividad, sino a un conjunto de actividades directa o indirectamente conectadas a ella.

Decisiones Correctivas. A lo largo del tiempo de ejecución del proyecto y mediante los mecanismos de control podemos detectar desviaciones significativas entre lo planeado y lo real. Estas desviaciones deberán corregirse tomando una serie de decisiones que tiendan a colocar al proyecto en su ejecución correcta. Esta serie de decisiones

correctivas pueden originar una modificación completa de la planea -- ción o sea una replaneación del proceso. En el caso de estas decisiones es particularmente importante que sean oportunas, pues en caso de dilaciones el costo de la decisión atrasada se eleva muy rápidamente - con el tiempo, puesto que el proyecto está en marcha.

DECISIONES CON VARIABLES ALEATORIAS

a. Generalidades

En todos los problemas a que se enfrenta el Ingeniero Civil existe un grado de incertidumbre principiando por la información que recibe, las condiciones del medio ambiente etc.

El concepto probabilidad es conocido por todo el mundo y su definición ha variado en el transcurso del tiempo. La definición matemática de la probabilidad no pertenece a este curso y en su lugar se puede hablar de probabilidad como la fecuencia relativa de éxito en un experimento, de forma que es el cociente del número de eventos favorables - dividido entre el número total de eventos del experimento. De esta definición se puede de inmediato concluir que la probabilidad variará entre cero y uno incluyendo ambos valores, pero que no puede tomar ningún otro valor menor de cero o mayor de uno.

Certeza probabilista es la que se tiene con respecto a un fenómeno o evento cualquiera con probabilidad de ocurrencia = 1. (Evento seguro).

Sin embargo, dentro de los sistemas - obra es muy difícil encontrar eventos cuye probabilidad de ocurrencia sea uno. Esto nos dirige hacia la utilización de técnicas que tomen en cuenta el aspecto probabilista de los fenómenos que maneja. Esto no quiere decir que el ingeniero trate todos los problemas en forma probabilista, sino que cuando menos tenga en cuenta el aspecto probabilista y lo utilice cuando el pro

blema por su importancia se lo exija.

Antes de hacer referencia a las técnicas que ayudan al ingeniero a hacer frente a los problemas probabilistas, comentaremos brevemente los aspectos de riesgo e incertidumbre.

Muy relacionados con los aspectos de probabilidad están los conceptos de riesgo e incertidumbre. En realidad ambos reflejan el punto de vista probabilista de los problemas y no hay distinción clara entre ambos conceptos. Mientras algunos autores los consideran equivalentes, otros establecen una distinción, la que adoptaremos aquí: El análisis del riesgo lo utilizaremos en aquellos casos en que existan eventos probabilistas, pero sus características (la más importante es la distribución de probabilidad) se conocen; mientras que la incertidumbre existe en aquellos casos en que no se conocen las características probabilistas de un fenómeno.

SINTESIS SOBRE PROBABILIDAD

por

S. ZUÑIGA B.

En el presente trabajo se hace una síntesis sobre algunos conceptos de probabilidad, enunciándolos someramente y sin demostración. Para hacerlos más claros frecuentemente se recurre a dar ejemplos.

Experimento:

Es una acción mediante la cual se obtiene un resultado y se realiza la observación de éste.

Experimento Aleatorio:

Experimento cuyo resultado no se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 1.- Tirar un volado, antes de tirarlo no se conoce si el resultado es águila o sol.

Experimento Determinista:

Experimento cuyo resultado se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 2.- Sumar 2 números pares, se conoce de antemano que el resultado va a ser un número par.

Eventos Elementales:

Son los resultados más simples de un experimento.

Ejemplo 3.- Al tirar un dado y observar el "número resultante" los eventos elementales son seis: 1, 2, 3, 4, 5, 6. El evento "cae par"

no es un evento elemental ya que se puede expresar mediante los eventos 2, 4, 6.

Espacio de Eventos:

Es la totalidad de eventos elementales de un experimento.

Ejemplo 4.- Al tirar un lado, el espacio de eventos es el conjunto de los seis eventos elementales s = 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Eventos Elementales igualmente posibles:

Cuando al realizar un experimento aleatorio no existen factores que favorezcan la aparición de un evento elemental, se dice que estos son igualmente posibles.

Probabilidad Clásica:

Supóngase que es finito el número de eventos elementales "n" de que está compuesto el espacio de eventos asociado a un experimento aleatorio y además que todos son igualmente posibles. Si un evento A del espacio de eventos está compuesto por "m" eventos elementales, entonces la probabilidad de que el evento A se verifique está definida por la relación:

$$P(A) = \frac{m}{n}$$

en donde:

m = número de eventos elementales en A

n = número de eventos elementales en el espacio de eventos.

Los valores entre los cuales varía la probabilidad de que se verifique un evento son:

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

Si la probabilidad de un evento es muy cercana a cero se dice que el evento es practicamente imposible.

Por el contrario, si la probabilidad de un evento es muy próxima a uno se dice que el evento es practicamente seguro.

La probabilidad de que no se verifique el evento A es : ---------

$P(A) = 1 - P(A)$.

Ejemplo 5.- Si se extrae al azar una bola de una urna que contiene 6 bolas rojas, 4 blancas y 5 azules, encontrar la probabilidad de que la bola extraída:

a) Sea roja a) $P(R) = \frac{6}{15}$

b) Sea Blanca b) $P(B) = \frac{4}{15}$

c) No sea roja c) $P(R) = 1 - \frac{6}{15} = \frac{9}{15}$

Probabilidad Condicional :

Se representa por P(B/A) y se interpreta como la probabilidad de que el evento B se verifique, con la condición de que previamente el evento A se haya verificado.

Ley de Adición de Probabilidades:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

en donde :

$P(A \cup B)$ es la probabilidad de que se verifique a y/o B.

$P(A \cap B)$ es la probabilidad de que se verifique A y B.

Si los eventos A y B se excluyen mutuamente: $P(A \quad B) = 0$

entonces :

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Ejemplo 6.- A partir del ejemplo 5, cual es la probabilidad de -- que la bola extraída sea roja o blanca.

$$P(R \cup B) = P(R) + P(B) = \frac{2}{5} + \frac{4}{15} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

Ley Condicional de Probabilidades :

$$P(A \cap B) = P(A)\ P(B/A)$$

Ejemplo 7.- Si de la urna del ejemplo 5 se extraen sucesivamente 2 bolas, ¿cuál es la probabilidad de que una sea roja y la otra blanca? .

$$P(R \cap B) = P(R)\ P(B/R)$$

$$= \left(\frac{6}{15}\right)\left(\frac{4}{14}\right)$$

Variable Aleatoria (v.a.):

Si x es una variable mediante la cual se pueden representar los resultados de un experimento aleatorio, entonces se dice que "x" es una variable aleatoria.

Ejemplo 8.- Sea el experimento aleatorio tirar dos dados y el resultado que interesa es la suma de los números asociados a las caras que caen hacia arriba, los valores de esos resultados se pueden representar mediante una variable que toma los siguientes valores:

$$x = \left[2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\right]$$

Tipos de Variable Aleatoria:

a) Discreta.- La v. a. está definida en el intervalo (a,b) y solo toma ciertos valores de ese intervalo.

Ejemplo 9.- Tirar un dado, la v.a. está definida en el intervalo - (1,6) y solo toma los valores 1, 2, 3, 4, 5, 6.

b) Continua.- La v.a. está definida en el intervalo(a,b) y toma - cualquier valor comprendido en dicho intervalo.

Ejemplo 10.- Medir la altura de k estudiantes, la v.a. puede tomar cualquier valor entre la altura de la persona más pequeña y la de la más alta.

VARIABLE ALEATORIA DISCRETA (v.a.d.)

Distribución de Probabilidad:

Si x es una v.a.d. con valores $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ y se conoce la - probabilidad de que se verifiquen cada uno de ellos $P(x_i)$, con la condición de que $\sum P(x) = 1$, el conjunto de valores $P(x_i)$ recibe el nombre de distribución de probabilidad.

Ejemplo 11.- La distribución de probabilidad de la v.a.d. definida en el problema 8 es:

x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P(x)	1/36	2/36	3/36	4/36	5/36	6/36	5/36	4/36	3/36	2/36	1/36

Esperanza Matemática:

Cualquier función h(x) de la v.a.d. x es una v.a.d. que puede tomar los valores $h(x_1), h(x_2), \ldots, h(x_n)$. La esperanza matemática de h(x) se define como:

$$E\left[h(x)\right] = \sum_{i=a}^{b} h(x_i)\ P(x_i)$$

Momento respecto al origen:

Se establece cuando $h(x) = x^n$, entonces:

$$E\left[x^n\right] = \sum_{i=a}^{b} x_i^n\ P(x_i)$$

Si n = 1, se obtiene la media de la v.a.d. y se representa por:

$$\mu_x = E[x] = \sum_{i=n}^{b} x_i P(x_i)$$

Ejemplo 12.- Para el caso de los dados (problema 8) se tiene:

$$\mu_x = 2(1/36) + 3(2/36) + 4(3/36) + 6(5/36) + 7(6/35) + 8(5/36) + 9(4/36) + 11(2/36) + 12(1/36) = 252/36 = 7$$

- Momento con respecto a la media: se define cuando $n(x) = (x - \mu_x)^n$, entonces:

$$E\left[(x - \mu_x)^2\right] = \sum_{i=a}^{b} (x_i - \mu_x)^n P(x_i)$$

Si $n = 2$, se obtiene la varianza de la V.a.d. x y se representa por:

$$\sigma_x^2 = E\left[(x - x)^2\right] = \sum_{i=a}^{b} (x_i - \mu_x)^2 P(x_i)$$

Ejemplo 13.- La variancia de la v.a.d. en el caso del problema 8 es:

$$\sigma_x^2 = (2-7)^2(1/36) + (3-7)^2(2/36) + (4-7)^2(3/36) + (5-7)^2(4/36) + (6-7)^2(5/36) + (7-7)^2(6/36) + (8-7)^2(5/36) + (9-7)^2(4/36) + (10-7)^2(3/36) + (11-7)^2(2/36) + (12-7)^2(1/36) = 35/6$$

Desviación Estándar: Se define como la raíz cuadrada de la varianza y se representa por: $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Ejemplo 14.- La desviación estándar en el caso del problema 8 es:

$$\sigma = \sqrt{35/6} = 2.42$$

Variable Aleatoria Continua (v.a.c.):

Densidad de Probabilidad.- Para este caso se define la distribución de probabilidad por medio de una función f(x), llamada densidad de probabilidad, la que debe cumplir con las siguientes restricciones.

a) $f(x) \geq 0 \; \forall x$

b) El area para la curva limitada con la función f(x) y el eje de las abscisas debe valer uno.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 1$$

c) La probabilidad de que la V.a.c. tome un valor en el intervalo (c,d) esta dada por:

$$P(c \leq x \leq d) = \int_c^d f(x)\,dx$$

Distribución de Probabilidad Acumulada:

La d.p.a. F(x) de la v.a.c. esta determinada por:

$$F(x) = P(x \leq a) = \int_{-\infty}^{a} f(x)\,dx$$

Esperanza Matemática de una V.a.c.:

$$E\left[n(x)\right] = \int_{-\infty}^{\infty} n(x) f(x)\,dx$$

Momento de orden n:

$$E\left[x^n\right] = \int_{-\infty}^{\infty} x^n f(x)\,dx$$

Si $n = 1$, se define la media de la v.a.c. x

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x)\,dx$$

Momento de orden n con respecto a la media:

$$E\left[(x - \mu_x)^n\right] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^n f(x)\,dx$$

Si $n = 2$, se define la variancia de la v.a.c. x

$$E\left[(x - \mu_x)^2\right] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^2 f(x)\,dx$$

DISTRIBUCIONES TEORICAS DE UNA VARIABLE

a) Variables discretas.

1. Distribución Binomial o de Bernoulli.

Supóngase efectuar "n" experimentos independientes tales que el resultado de cada uno de ellos es un éxito o un fracaso; la probabilidad de un éxito es p y la de fracaso es q, siendo $p + q = 1$. En tal caso se dice que se tienen n pruebas de Bernoulli con probabilidad "p" de éxito.

Al realizar un experimento de Bernoulli, la probabilidad de que se presenten x éxitos consecutivos seguidos por $(n - x)$ fracasos es:

$$\underbrace{ppp\ldots p}_{x}\underbrace{qqq\ldots q}_{nx} = p^x q^{n-x} \qquad (1)$$

La probabilidad de obtener precisamente x éxitos y $(n-x)$ fracasos con otro orden de ocurrencia, está dada también por la expresión (1).

La probabilidad de que se presenten x éxitos y $(n-x)$ fracasos en cualquier orden será la suma de las probabilidades de todas las combinaciones posibles de n elementos de los cuales x son éxitos y $(n-x)$ fracasos.

Lo anterior puede expresarse por:

$$P(x) = {}_nC_x\, p^x q^{n-x}$$

que recibe el nombre de distribución de Probabilidad Binomial.

La media en esta distribución de probabilidad es:

$$\mu_x = E[x] = \sum x\, P(x) = \sum x\, {}_nC_x\, p^x q^{n-x} = np$$

$$\mu_x = np$$

La varianza queda definida por:

$$\sigma_x^2 = E[(x - \mu_x)^2] = \sum (x - \mu_x)^2 P(x)$$

$$= \sum (x - \mu_x)^2\, {}_nC_x\, p^x q^{n-x} = npc$$

$$\sigma_x^2 = npc$$

2. Distribución de Poisson.

Si la v.a. x designa el número de éxitos de una sucesión de pruebas de Bernoulli y se consideran suficientemente grande y e suficientemente pequeña.

$$np = \lambda \qquad n \geq 60 \qquad p \leq 0.10$$

$$f(x) = e^{-\lambda}\, \frac{\lambda^x}{x}$$

expresión que define la d.p. de Poisson.

La media y la varianza son:

$$\mu_x = E[x] = \sum \left(e^{-\lambda}\, \frac{\lambda^x}{x}\right) x = \lambda$$

$$\sigma_x^2 = E\,(x - \mu_x)^2 = \sum_{x=0} (x - \lambda)^2\, e^{-\lambda}\, \frac{\lambda^x}{x!} = \lambda$$

b) Variacion Continua

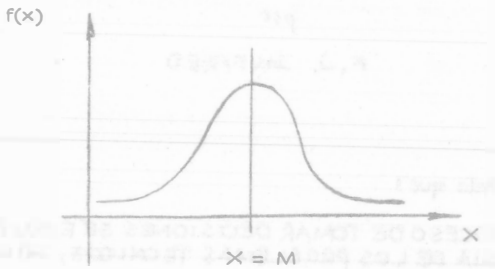
1. Distribución Normal.

Una variable casual que se encuentra frecuentemente en la práctica es una v.a. continua cuya d.p. es la distribución normal

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\, S}\, e^{-\frac{(x-m)^2}{2S^2}}$$

$-\infty < x < \infty$ rango en el cual se encuentra definida la v.a.

La función anterior tiene la siguiente representación geométrica :



La media de la distribución es $\mu_x = m$

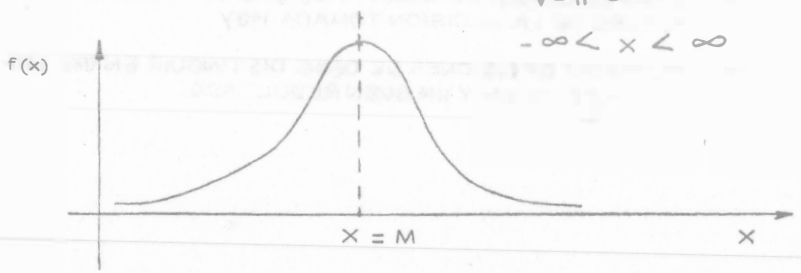
La varianza de la distribución es $\sigma_x^2 = S^2$

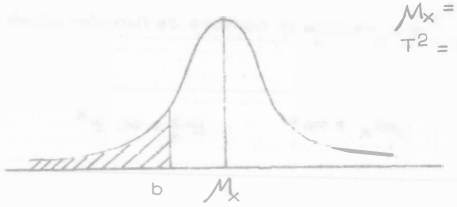
Dadas m y S^2 es posible calcular que x tome valores menores o - mayores que un cierto número o bien que quede comprendida entre dos valores, por ejemplo :

DISTRIBUCION NORMAL

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\, S}\, e^{-\frac{(x-m)^2}{2S^2}}$$

$$-\infty < x < \infty$$

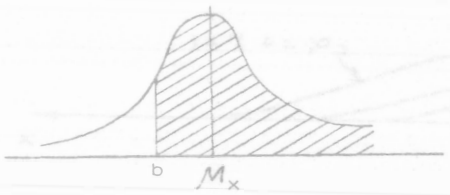




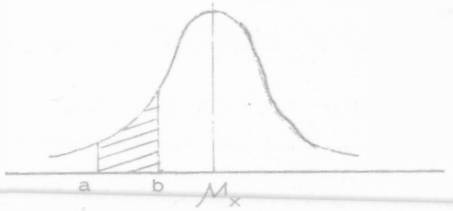
$\mu_x = m$

$T^2 = S^2$

$$P(x < b) = \int_{-\infty}^{b} f(x)\, dx$$



$$P(x > b) = \int_{b}^{\infty} f(x)\, dx$$



$$P(a \leq X \leq b) = \int_{d}^{b} f(x)\, dx$$

2.- Distribución Gamma y Exponencial.

Se dice que la v. a. x. tiene distribución gamma si su d. p. es de la forma :

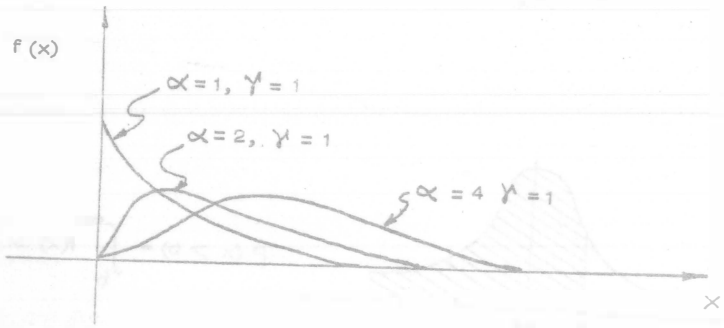
$$f(x) = \frac{1}{\gamma^{\alpha}\, T(\alpha)}\, x^{\alpha - 1}\, e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$$x > 0,\ \alpha > 0,\ \gamma > 0$$

533

$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx$ recibe el nombre de función gamma.

$M_x = \alpha\gamma \qquad \sigma_x^2 = \alpha\gamma^2$



Si $\gamma = 1$ a la función gamma se le llama distribución exponencial.

$$f(x) = \frac{1}{\gamma} e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$M_x = \gamma \qquad \sigma_x^2 = \gamma^2$

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción

ANALISIS DE DECISIONES

BAJO RIESGO

por

F. J. JAUFFRED

Howard señala que:

1. EL PROCESO DE TOMAR DECISIONES SE ENCUENTRA EN LA MAYORIA DE LOS PROBLEMAS TECNICOS, GUBERNAMENTALES Y DE NEGOCIOS.
2. USUALMENTE EL TOMAR DECISIONES REQUIERE EL ESTUDIO DEL RIESGO Y DE LA INCERTIDUMBRE
3. EL RIESGO MEDIANTE LA PROBABILIDAD.
4. LA PROBABILIDAD ES UN ESTADO DE LA MENTE, NO DE LAS COSAS.
5. AL ASIGNAR PROBABILIDADES DEBE TOMARSE EN CUENTA TODA LA EXPERIENCIA ANTERIOR DISPONIBLE
6. EL TOMAR DECISIONES REQUIERE TANTO LA ASIGNACION DE PROBABILIDADES COMO DE VALORES.
7. SOLO PUEDEN TOMARSE DE UN CRITERIO PARA SELECCIONAR ENTRE ALTERNATIVAS
8. SIEMPRE DEBEN CONSIDERARSE LAS CONSECUENCIAS AL FUTURO DE LA DECISION TOMADA HOY
9. AL TOMAR DECISIONES SE DEBE DISTINGUIR ENTRE UNA BUENA DECISION Y UN BUEN RESULTADO.

Una buena decisión es aquella basada en la lógica, en el conoci -- miento de la incertidumbre de la utilidad y preferencias de los ejecuti_ vos.

Un buen resultado es aquel que reporta beneficios esto es, uno altamente valorado.

Tomando una buena decisión se asegurará un alto porcentaje de -- buenos resultados.

El Análisis de Decisiones es el procedimiento lógico para la eva - luación de los factores que influencian una decisión.

Proceso del Análisis de Decisiones:

I. Fase Determinista

Es indispensable contestar a las siguientes preguntas :

1. ¿Cuál es la decisión a tomar?
2. ¿Qué cursos de acción se encuentran a nuestro alcance?
3. ¿Cómo vamos a determinar cuáles cursos de acción son bue-- nos y cuáles malos?
4. Suponiendo que tuviera una bola de cristal a su alcance ¿Qué - preguntas numéricas haría con objeto de medir los beneficios- de un posible resultado?
5. Construya una matríz de pagos.
6. ¿Cómo se compara el beneficio que recibiré en el futuro con - el recibido hoy? (valor presente etc....).

Ya que se ha completado la fase determinista, conviene jugar con las variables de estado, llevándolas separado y conjuntamente a los —

valores extremos en su rango de variabilidad. Se observa cual de las alternativas es siempre mejor que cualquier otra. De ocurrir esto se diré qué la primera domina a la segunda; esta primera se elimina.

Con este análisis de sensibilidad se identifican las variables de es_ tado para las que el resultado es sensible y se les llama críticas.

II. Fase Probabilista

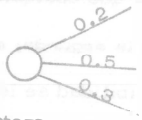
1. Esta fase principia asignando probabilidades a las variables -- de estado críticas.
2. Encontrar la incertidumbre en beneficios para cada alternativa implicada por la relación funcional a las variables de estado - críticas y la distribución de probabilidad en esas variables de estado críticas para la alternativa. A esta distribución de -- probabilidad del beneficio, se le llama la lotería del beneficio para la alternativa.
3. Ahora se considerará la manera de elegir entre dos alternati - vas con diferente lotería de beneficio. Para ello combiene em_ plear las distribuciones acumuladas de probabilidad buscando- dominancia estocástica.

III. Fase Posóptica

Aquí se principia encontrando el equivalente en pesos de eliminar la incertidumbre en cada una de las variables de estado, consideradas separadas o conjuntamente. Esto conduce a la siguiente etapa que con_ siste en diseñar el programa más simple para conseguir información - cuando ya se ha encontrado que es conveniente conseguir más informa_ ción.

537

Una lotería está definida por varias decisiones aleatorias cada una con su probabilidad y su pago.



= 0.2, 60; 0.5, -20; 0.3, 10

El equivalente de la certeza para esta lotería es:

$$60\,(0.2) + (-20)\,(0.5) + 10\,(0.3) = 12 - 10 + 3 = 5$$

y representa el monto mínimo que se pide por permitir que sea otro el que juegue la lotería.

Fundamentos de la lotería de la Utilidad

Considérense los premios A, B, C, en una lotería

a) Notación

A preferido a B se representa mediante $A \succ B$

A indiferente a B se representa mediante $A \sim B$

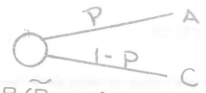
A no preferido a B se representa mediante $B \succsim A$

B preferido a A se representa mediante $A \prec B$

b) La ley de la transitividad expresa que si $A \succ B$, $B \succ C$ entonces $A \succ C$.

c) La ley de la continuidad expresa que si para una lotería se tiene que A B C, entonces

$$B \sim [p, A; (1-p), C \qquad B = \;$$



En particular para algún p si $B \sim B$ ($\widetilde{B}$ es el equivalente de la certeza para dicha lotería).

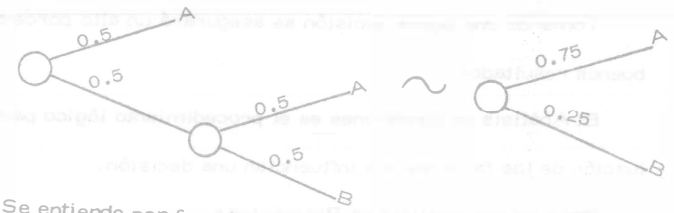
d) La ley de la sustitutabilidad expresa que en cualquier lotería - $\widetilde{B}$ puede ser sustituído por B.

e) La ley de la monotonocidad expresa que si $A \succ B$ entonces

$$[p, A; (1-p), B] \succ [p^1, A; (1-p^1), B]$$

si y sólo si $p \succ p^1$

f) La ley de descomposición expresa que una lotería compuesta es indiferente a su descomposición en loterías simples :



Se entiende por función utilidad u (x) una con las siguientes características:

1. Dadas tres loterías L_1, L_2, L_3

a) Si $L_1 \succ l_2$

entonces

$u(L_1) \succ u(L_2)$

b) si $L_3 \sim (1-p), L_1; p, L_2$

entonces

$u(L_3) = (1-p)\,u(L_1) + p\,u(L_2)$

2. Cualquier transformación lineal de la función u(x) produce -- igual utilidad de las loterías.

Sea $u^1(x) = \alpha + \beta M(x) \qquad \beta > 0.$

a) puesto que

$u(L_1) \succ u(L_2)$ cuando $L_1 \succ L_2$

entonces

$u^1(L_1) \succ u^1(L_2)$ cuando $L_1 \succ L_2$

b) Puesto que

$u(L_3) = (1-p)\,u(L_1) + p\,u(L_2)$

cuando $L_3 \sim [(1-p), L_1; p, L_2]$

Entonces una posible función utilidad es $u(x) = a + bx$

En efecto, si

a) $X_1 > X_2$

$u(X_1) > u(X_2)$

b) si $X_3 \sim [p, X_1; (1-p), X_2]$

entonces

$u(X_3) = p\,u(X_1) + (1-p)\,u(X_2)$

entonces:

$a + bX_3 = p(a + bX_1) + (1-p)(a + bX_2)$

$X_3 = pX_1 + (1-p)X_2$

Cumple con las condiciones especificadas y la recta es una función utilidad.

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

DECISIONES A NIVEL DE OBRA

a) MINIMIZANDO COSTO DIRECTO

Este es un método comunmente usado en la obra para definir el equipo adecuado y en general tomar la decisión de qué procedimiento debe usarse en una obra determinada. Tiene la ventaja de su simplicidad, pero considera como sistema la actividad específica a analizar no considera la relación de las diferentes actividades o subsistemas de la obra entre si.

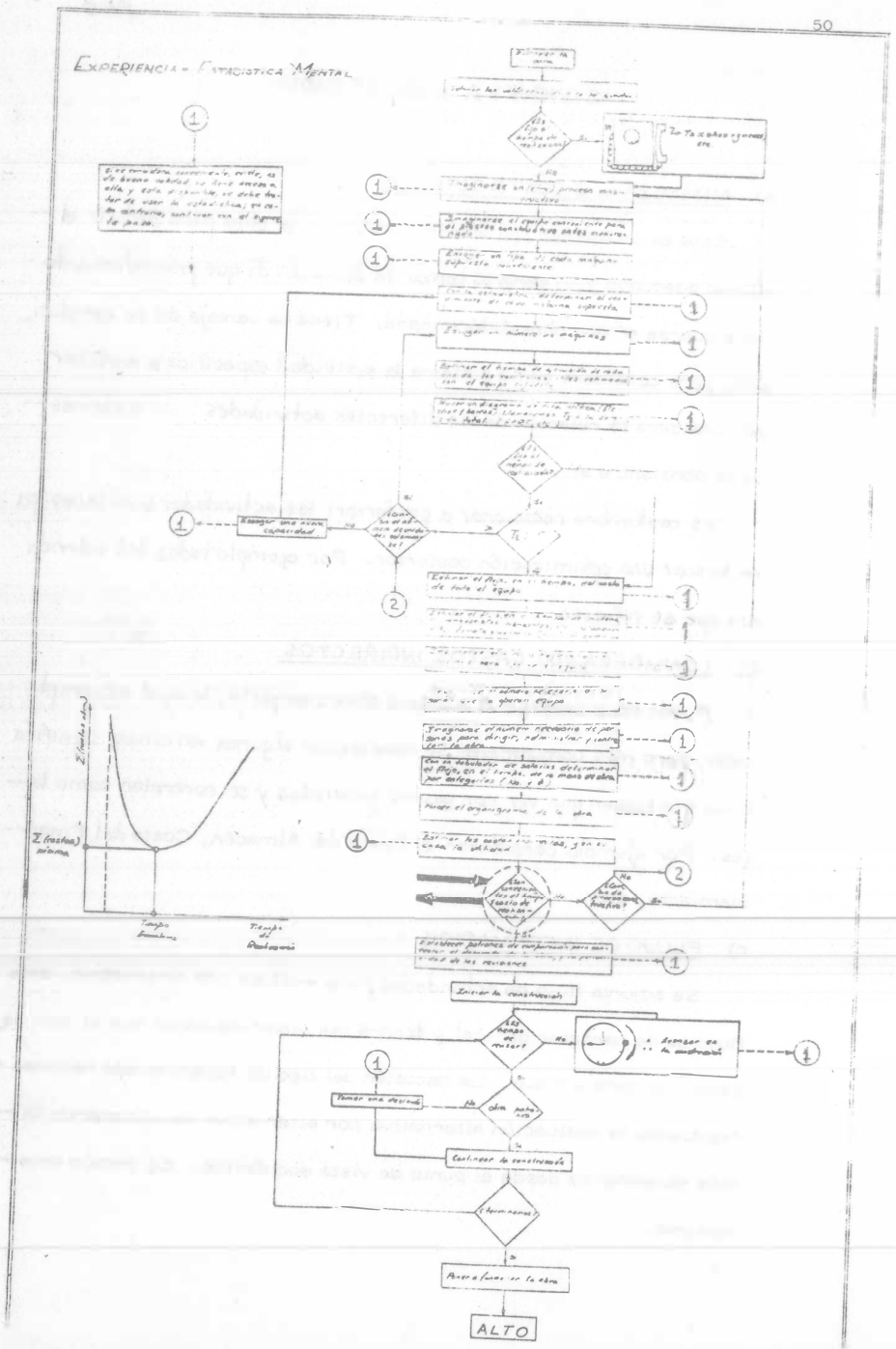
Es costumbre relacionar a posteriori las actividades similares para buscar una optimización posterior. Por ejemplo todas las actividades que se refieren a [illegible].

b) CONSIDERANDO GASTOS INDIRECTOS

Puede considerarse el sistema obra completo, lo cual es complicado, pero más comunmente se consideran algunas variables significativas que tienen que ver con gastos generales y se controlan como tales. Por ejemplo considerar el Costo del Almacen, Costo del Financiamiento, etc.

c) FLUJO DE INFORMACION

Se adjunta flujo de actividades para evaluar una alternativa, este flujo es de carácter general y tendrá las modificaciones que el tipo especial de obra indique. La decisión del tipo de equipo puede hacerse repitiendo la evaluación alternativa por alternativa seleccionando la más conveniente desde el punto de vista económico. Es común este sistema.



DECISIONES A NIVEL GERENCIA

Las decisiones a nivel gerencia se tomarán considerando el sistema-empresa. En este sistema las obras son subsistemas.

Es común que una decisión a nivel gerencia modifique una decisión aparentemente óptima considerando el sistema obra. Esto si no es explicado adecuadamente puede ocasionar problemas serios entre las relaciones ejecutor-gerente; pues aparece como contradictorio el hecho de que se proponga una solución a nivel de obra, que ha sido convenientemente analizada y la decisión sea diferente y en apariencias menos convenientes.

Es difícil aplicar un método cuantitativo que tome en cuenta todas las variables significativas. Sin embargo se consideran algunas que son de especial relevancia. por ejemplo los aspectos financieros.

Como ejemplo de métodos simples para tomar en cuenta el sistema empresa se presenta el caso del análisis del punto de equilibrio. Esto es aplicable a todas las empresas aunque su aplicación específica a la construcción no ha tenido a mi modo de ver el desarrollo que pudiera esperarse.

ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA PLANEACION Y RESOLUCION DE PROBLEMAS

En los negocios, el punto de equilibrio es el punto donde el volumen de ventas en dinero cubre exactamente los costos. En este punto, la empresa recobra en ingresos todo el dinero que incurrió en la fabricación, promoción y distribución de un producto.

Debido a que la empresa está equilibrando los gastos (costos fijos, variables y semi-variables), con los ingresos procedentes de las ventas, debemos tener dos ecuaciones: (1) la ecuación que relaciona los ingresos con el volumen vendido, y (2) la ecuación que relaciona los gastos con el volumen vendido. Si no tuviéramos ecuaciones algebraicas, sino costos tabulados y datos sobre los ingresos, deberemos usar el método gráfico en vez del método algebraico para determinar el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio muestra el punto por debajo del cual una empresa incurrirá en pérdida (gastos mayores que ingresos) y por encima del cual obtendrá una ganancia (ingresos mayores que gastos). Examinando periódicamente el volumen de ventas, una empresa puede controlar sus operaciones, o por lo menos, tendrá un sistema de alarma que le indicará los ingresos mínimos que necesita la empresa para sobrevivir.

Cálculo del punto de equilibrio

Supongamos que existen algunos costos fijos asociados con la fabricación y venta de cierto producto, digamos $10,000. Supongamos, también, que los costos variables de fabricación y venta son de $50 -- por cada artículo vendido. Estos $50 son el costo de los materiales, mano de obra, servicios, etc., que se invierten en convertir el producto en artículo para la venta. Si se vendiese el producto en $70, el análisis de la venta de 100 artículos sería como sigue:

INGRESOS		COSTOS	
100 artículos a $70 c/u	= $7.000	Costos Fijos	= $10.000
		Costos Variables 100 artículos a $50 c/u	= 5.000
Ingresos Totales	$7.000	Costos Totales	$15.000

Ganancia = Ingresos - Costos = $7,000 - $15,000 = $ 8.000

Por lo tanto, la fabricación y venta de 100 artículos produciría una pérdida de $8,000. Las unidades fabricadas y vendidas no cubren los gastos fijos.

Si se fabricaran y vendieran 300 artículos, el análisis sería como sigue:

INGRESOS		COSTOS	
300 artículos a $70 c/u	= $21.000	Costos Fijos	= $10,000
		Costos Variables 300 artículos a $50 c/u	= 15,000
Ingresos Totales	$21,000	Costos Totales	$25,000

Ganancia = $21.000 - $25.000 = —$4.000

Todavía habría una pérdida, pero sería de solamente $4.000, en- vez de $8.000 como en el caso anterior. Notaremos que las ventas se han triplicado, mientras las pérdidas solamente se han doblado.

Ahora supongamos que se venden 500 artículos :

INGRESOS		COSTOS	
500 artículos a $70 c/u	= $35.000	Costos Fijos	= $10.000
		Costos Variables 500 artículos a $50 c/u	= 25,000
Ingresos Totales	$35,000	Costos Totales	$35.000

Ganancia = $35,000 — $35.000 = 0

En este caso no hay ni ganancias ni pérdidas. Esta cantidad de — producción, es decir, 500 artículos, es el punto de equilibrio.

Ahora veremos el problema desde el punto de vista algebraico. -- El objeto es desarrollar una fórmula que pueda utilizarse para calcu— lar directamente el punto de equilibrio.

Supongámonos que "I" representa los ingresos procedentes de las ventas del artículo; "p" representa el precio de venta por unidad. Por lo tanto, si vendemos "x" unidades, los ingresos por estas ventas po - drán representarse mediante la ecuación:

$$I = px$$

Si "c_ representara los gastos totales; una parte de "c" serían — los costos fijos, que estarían representados por "f". Además, habrá- un costo por unidad, o digamos "b" dólares por unidad, que representa el costo variable. Entonces, si se fabrican y venden "x" artículos, ha-

brá un costo fijo de "f" y un costo variable de "bx". Tendremos la — ecuación :

$$C = F + bx$$

La solución de la ecuación algebraica se obtiene estableciendo la - ecuación de I igual a la ecuación de C y resolviéndola por "x". Este - valor nos da una cantidad tal que I es igual a C (la definición del punto de equilibrio). Se plantea de la siguiente manera:

$$I = C$$

$$px = F + bx$$

$$(p - b)x = F$$

$$x = \frac{F}{(p - b)}$$

La anterior fórmula determinará el punto de equilibrio. Tomando las cifras del ejemplo anterior, tendremos:

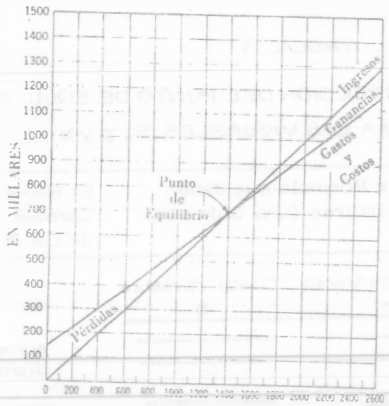
$$F = \$10,000;\ p = \$70;\ b = \$50$$

$$X = \frac{F}{(p - b)} = \frac{\$\ 10.000}{(\$70 - \$50)} = \frac{\$\ 10.000}{\$20} = 500 \text{ artículos anuales}$$

Ahora veremos un problema con el tipo de información que nor -- malmente pone a nuestra disposición el departamento de contabilidad.

Costos Fijos	
Gastos de fabricación	= $105.000 anuales
Gastos de Ventas y Demás	= 35.000 anuales
Total de Costos Fijos (valor de F)	$140.000

Costos Variables		
Materiales y Mano de Obra	$240,000	por unidad
Gastos de Fabricación	60,000	por unidad
Gastos de Venta y Administración	100,000	por unidad
Total de Gastos Variables	$400,000	por unidad



CANTIDAD PRODUCIDA EN UNIDADES

FIGURA 1

Precio de Venta de Cada Artículo (valor de "p") = $500,00 por unidad

Capacidad de Producción de la Planta = 2.000 unidades anuales

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{F}{(p - b)} = \frac{\$140.000}{\$500 - \$400}$$

$$= 1.400 \text{ unidades anuales}$$

$$\text{Punto de Equilibrio (como \% de capacidad de la planta)} = \frac{1,400}{2,000}$$

$$= 0,70, \text{ o sea } 70\%$$

La representación gráfica se muestra en la Figura 1.

Como utilizar la fórmula del punto de equilibrio

La fórmula del punto de equilibrio puede usarse para probar las reacciones del sistema debido a cambios en el precio de venta, costos fijos, u otros elementos que cambiarían cualquier valor de la fórmula. Consideraremos varios cambios en los elementos "F", "p" y "b" y la influencia subsecuente en "x", el punto de equilibrio. La dirección de la empresa puede utilizar estos resultados para comparar la posición actual, con la que resultaría si se tomaran ciertas medidas. Aumentaremos y disminuiremos estos elementos en cierto porcentaje y desarrollaremos nuevas fórmulas para "x". Indicaremos el porcentaje de incremento por "I" y el porcentaje de disminución por "D", ambos expresados en forma decimal.

Cambios del "F" (Costos Fijos)

1. Auméntese "F" por "I" por ciento:

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}1 \pm I\end{bmatrix}$$

2. Disminúyase "F" por "D" por ciento :

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 - D \end{bmatrix}$$

Cambios en "p" (Precio de venta)

1. Auméntese "p" por "I" por ciento :

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{1}{1 + \dfrac{Ip}{p-b}} \end{bmatrix}$$

2. Disminúyase "p" por "D" por ciento :

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{1}{1 - \dfrac{Dp}{p-b}} \end{bmatrix}$$

Cambios en "b" (gastos variables)

1. Auméntese "b" por "I" por ciento :

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{1}{1 - \dfrac{Ib}{p-b}} \end{bmatrix}$$

2. Disminúyase "b" por "D" por ciento :

$$\begin{bmatrix}\text{Nuevo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\text{Antiguo Punto de Equilibrio}\end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{1}{1 + \dfrac{Db}{p-b}} \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, si quisiéramos determinar el nuevo punto de equili - brio que podría ocasionar un cambio en "F", "p" o "b", únicamente - tendríamos que usar la fórmula correspondiente. Las cantidades que-

se utilizan para multiplicar el antiguo punto de equilibrio en estas fór_ mulas nos dan idea de la elasticidad, o la sensibilidad, de las varia -- bles del punto de equilibrio. Estas cantidades le sirven a la dirección para tomar decisiones, tales como: "¿Debiéramos aumentar los pre-- cios en un 10%?"

La siguiente tabla resume el rumbo que tomaría el punto de equi - librio al producirse cambios en las variables "F", "p" y "b". Los nue vos valores auténticos se determinan mediante las fórmulas descritas.

TABLA 1

CAMBIOS DE DIRECCION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO DEBIDO A LAS VARIABLES F, p y b

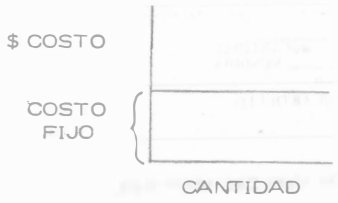
Elementos en la Fórmula que deben Aumentarse o Disminuirse (uno cada vez)			El Resultado del -- Cambio en el Punto de Equilibrio
Costos Fijos F	Precio de Venta p	Costo Variable b	
Aumentos			aumentos
Disminuciones			disminuciones
	aumentos		disminuciones
	disminuciones		aumentos
		aumentos	disminuciones
		disminuciones	aumentos

Clases de costos

En esta parte clasificaremos las clases de costos que normalmente se presentan en el análisis del punto de equilibrio: costos fijos, costos variables y costos semi-variables.

Los costos fijos son los que no varían con la producción de distintas cantidades. Algunos ejemplos son: renta, seguro y determinados costos de instalaciones industriales. La representación gráfica de esta clase de costo se muestra en la figura 2.

Los costos variables son los que aumentan o disminuyen en proporcion constante con la cantidad de artículos producidos. Por ejemplo, si 10 artículos cuestan $1.000 y 20 artículos cuestan $2.000, 30 artículos costarán $3.000, debido a que los costos aumentan en proporción constante de $100 por artículo. La representación gráfica de esta clase de costo se muestra en la figura 3.



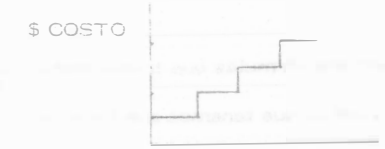
COSTO FIJO

FIGURA 2



COSTO VARIABLE

FIGURA 3



COSTO SEMI-VARIABLE

FIGURA 4

Los costos semi-variables son los que permanecen fijos hasta que se alcanza cierta cantidad y luego saltan a un nivel mayor. En este nivel mayor permanecen fijos hasta que se alcanza una segunda cantidad, en donde vuelve a saltar. Un ejemplo de un costo semi-variable puede encontrarse en el manejo de pedidos. El número de pedidos que puede manejar el personal llega a cierta cantidad máxima, por ejemplo, ---10.000 pedidos diarios. Entonces, para cualquier cantidad inferior a -10.000 hay un costo fijo de personal. Si los pedidos sobrepasan de --10.000 diarios, la empresa necesitaría más personal. Esto produciría un aumento en el costo. El nuevo personal podría manejar hasta -15.000 pedidos diarios, pero al sobrepasarse ese número de pedidos, el costo aumentaría nuevamente, ya que se necesitarían más empleados. La representación gráfica de un costo semi-variable se muestra en la figura 4.

Normalmente, el primer paso para determinar el punto de equilibrio es el enfoque gráfico cuando se trata de estos costos — especialmente varios costos semi-variables. Una vez que se determinen, utilizando el gráfico, los valores fijos de los costos semi-variables, po-

dremos utilizar las fórmulas que tratan estos costos semi-variables - como fijos. Todo lo que tenemos que hacer es dibujar un gráfico de todos los gastos y costos que cubren los ingresos procedentes de las ventas. Luego, los sumamos, uno por uno, para que nos dé el gráfico de los gastos totales. Después superponemos un gráfico de la ecuación de ingresos (o colocamos datos si estamos utilizando datos tabulados), y la intersección de estos dos gráficos representa el punto de equilibrio.

A menudo, el gráfico de ingresos no está realmente representado por una línea recta. Los precios por artículo pueden ser más altos — cuando la cantidad vendida es pequeña. Este caso se presenta, por — ejemplo, cuando la empresa ofrece una escala de descuentos, en proporción a la magnitud de la compra. En este caso, la "p" no será constante y el gráfico puede resultar curvilíneo o puede estar compuesto — de diferentes fases de producción, cada una con su precio. La representación gráfica se muestra en la figura 5.

En este gráfico de precios usamos un elemento de precio distinto- a medida que vamos sobrepasando ciertos volúmenes. Hacemos esto- para determinar el gráfico de ingresos, que se muestra en la figura 8. Este gráfico de ingresos es el que se utiliza en el análisis del punto - de equilibrio.

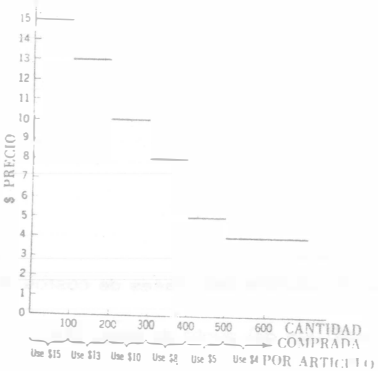


GRAFICO DE PRECIO VARIABLE
FIGURA 5

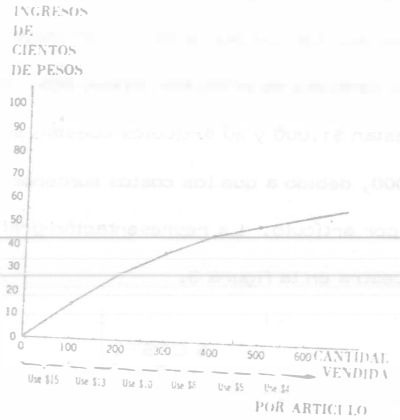


GRAFICO DE INGRESOS POR PRECIO VARIABLE
FIGURA 6

Cuando hay muchas clases distintas de costos y el gráfico de precios es complicado, el enfoque del gráfico quizá sea lo mejor que podemos esperar.

Ejemplo: Supongamos que tenemos tres clases de costos y gastos asociados a la fabricación de cierto producto (A). No se mencionan--por nombre o clasificación, pero se muestran en la tabla 2.

Estos costos se muestran separadamente en las figuras 7, 8 y 9 y el total se muestra en la figura 10. Nótese las características de las tres clases de costos: los costos fijos permanecen fijos en $10.000 -- anuales; los costos variables aumentan en proporción constante en -- $10 por artículo; los costos semi-variables permanecen fijos durante una fase de la producción y luego saltan a un nivel mayor (aumentan en $1.000 después que se producen 200 artículos más).

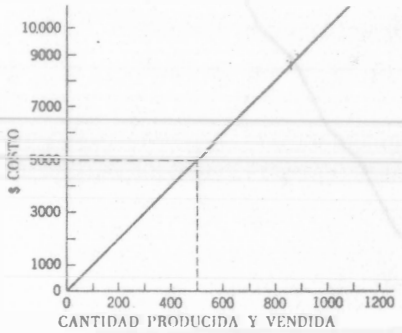
Las escalas de precios que se ofrecen a los compradores del producto A se muestran en la tabla 3, junto con los ingresos que se consiguen de los distintos volúmenes y precios.

En la figura 11 se ha colocado el total de los gastos de la tabla 2 y los ingresos de la tabla 3. La intersección de ambas líneas indica que 500 artículos marcan el punto de equilibrio.

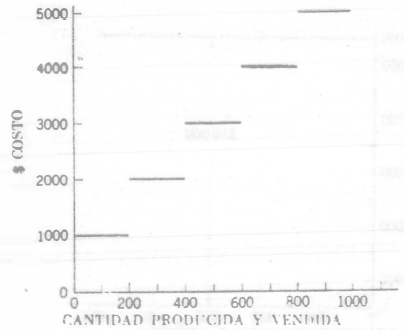


COSTO FIJO DEL PRODUCTO A
FIGURA 7

COSTO FIJO DEL PRODUCTO A
FIGURA 7

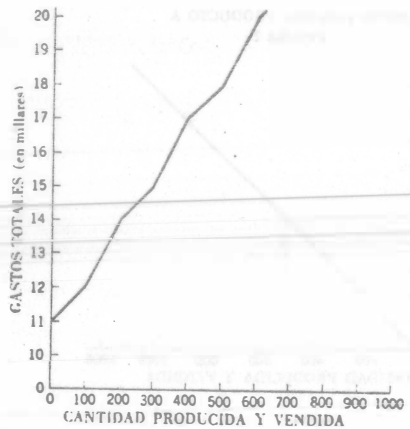


COSTO VARIABLE DEL PRODUCTO A
FIGURA 8



COSTOS SEMI-VARIABLES DEL PRODUCTO A

FIGURA 9



COSTOS TOTALES DEL PRODUCTO A

FIGURA 10

TABLA 2

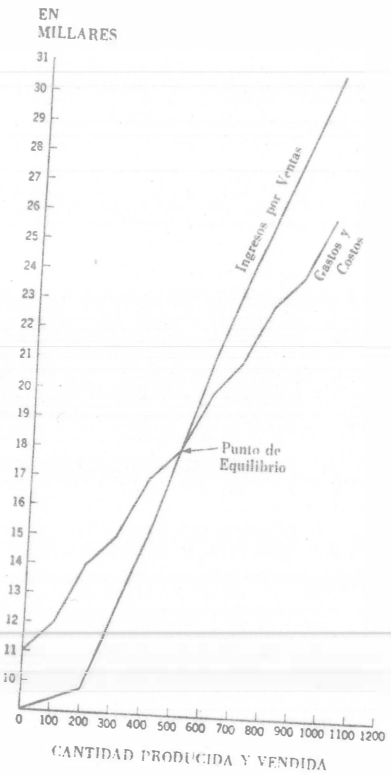
COSTOS Y GASTOS DEL PRODUCTO A

Cantidad Producida (en artículos)	Costos Fijos ($/anual)	Costos Variables (a razón de $10 por artículo)	Costos Semi-Variables (aumento de $1000 por cada 200 artículos)	Total de Gastos
0	$10.000	0	$1.000	$11.000
100	10.000	$ 1.000	1.000	12.000
200	10.000	2.000	2.000	14.000
300	10.000	3.000	2.000	15.000
400	10.000	4.000	3.000	17.000
500	10.000	5.000	3.000	18.000
600	10.000	6.000	4.000	20.000
700	10.000	7.000	4.000	21.000
800	10.000	8.000	5.000	23.000
900	10.000	9.000	5.000	24.000
1000	10.000	10.000	6.000	26.000

TABLA 3

ESCALA DE PRECIOS E INGRESOS TOTALES DEL PRODUCTO A

Número de Artículos Adquiridos	Costo por Artículo	Cantidad Total Vendida	Ingresos por Ventas	Total de Ingresos
Los primeros 200 artículos	$40	200	$8.000	$ 8.000
Los próximos 200 artículos	$35	400	$7.000	$ 15.000
Los próximos 200 artículos	$30	600	$6.000	$21.000
Los próximos 200 artículos	$25	800	$5.000	$26.000
Los próximos 200 artículos	$24	1000	$4.800	$30.800
Los 1000 artículos de arriba	$20	1200	$4.000	$84.800



PUNTO DE EQUILIBRIO

FIGURA 11

Utilización del punto de equilibrio para la toma de decisiones

Los principios del punto de equilibrio pueden aplicarse a la solución de problemas distintos de los relacionados con cantidad-ganancia que normalmente tienen relación con este método.

Considere una compañía que está tratando de determinar si debe remunerar a sus vendedores a base de una comisión únicamente o a base de un salario más una comisión. Bajo el primer plan, se le pagaría a un vendedor 10% de comisión sobre las ventas; bajo el segundo, se le pagaría $2.000 anuales más el 5% de comisión sobre las ventas. La gerencia de la empresa estaría interesada en saber en qué nivel de ventas los dos métodos costarían a la empresa lo mismo. También, cuándo un plan sería más costoso que el otro.

Estos dos planes de remuneración pueden tomar la forma de dos ecuaciones. Si "x" representase los $ de ventas de un vendedor "y" la remuneración pagada al vendedor, la ecuación se presentaría como sigue:

Plan de Comisión Unicamente: $y = (0,1)x$

Plan de Salario más Comisión: $y = \$2.000 + (0,05)x$

Se determina el punto de equilibrio haciendo estas ecuaciones iguales y resolviéndolas por "x":

$(0,1)x = \$2.000 + (0,05)x$

ó: $(0,1 - 0,05)x = \$2.000$

ó: $(0,05)x = \$2.000$

entonces: $x = \dfrac{\$2.000}{(0,05)} = \$40.000$ ventas

Por lo tanto, con ventas de $40.000 ambos planes proveerán ---- $4.000 o sea el mismo ingreso al vendedor. Después de $ 40.000, el plan de comisión únicamente le costará más a la empresa que el plan- de salario más comisión. Con ventas menores de $40.000 el plan de - comisión costará menos. Consecuentemente, la gerencia de la empresa estará en situación de poder calcular el nivel del promedio de ventas de cada vendedor para determinar el plan que resultará más económico.

Se ha incluido este ejemplo para ilustrar otro uso del punto de -- equilibrio. Hay muchos otros usos. La idea básica es la solución de- dos ecuaciones simultáneas, cada una de ellas conteniendo la misma - variable desconocida. La decisión de si se debe utilizar la fórmula algebráica o gráfica depende de los datos de costo de que se dispongan.- Se pueden encontrar otras aplicaciones en áreas tales como decidir la ubicación de una nueva planta, añadir o reducir productos de la línea - de productos, decidir compras y ventas, invertir y valorar inversiones de capital, etc.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE SELECCION DE EQUIPO

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

SELECCION DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

DESARROLLO DE UN PROBLEMA

El problema ha sido simplificado para facilitar su uso didáctico.

764

EL GERENTE DE UNA EMPRESA PIDE AL SUPERINTENDENTE QUE ANALICE EL EQUIPO MAS CONVENIENTE PARA REALIZAR UN MOVIMIENTO DE TIERRAS.

SE TRATA DE MOVER 800,000 M^3, DE UN BANCO - DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE 3½ YD^3,- LOS DOS TIPOS DE MAQUINAS EN PERFECTAS CONDICIONES.

EL GERENTE INDICA AL SUPERINTENDENTE QUE- LA EMPRESA NO ESTA EN POSIBILIDADES DE ADQUIRIR MAS ACTIVO FIJO.

LA LONGITUD DE ACARREO ES DE 1200 MTS.

CALCULO DEL COSTO POR M^3 DE ACARREO EN MOTOESCREPA

TEREX TS - 14

DATOS :

Material	Limo arenoso seco
Peso volumétrico	1600 kg/m^3
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200 m
600 m	1% de pendiente adversa
300 m	Tramo horizontal
300 m	4% de pendiente favorable
Camino revestido	
Coeficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad de la motoescrepa colmada	15 m^3
Peso de la máquina vacía	24.1 ton
Peso de la máquina cargada	24.1 + 1600 x 0.8 x 15 = 43.3 ton
Costo directo hora máquina	$ 322.00

(ver la siguiente hoja)

566

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: Motoescrepa
Modelo: Terex TS-14
Datos Adic:

Hoja No:
Calculó:
Revisó :
Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 1'200,000.00
Equipo adicional - Llantas: 124,000.00
Valor inicial (Va): $ 1'076,000.00
Valor rescate (Vr): 10 % = $ 120,000.00
Tasa interés (i): 12 %
Prima seguros (s): 2 %

Fecha cotización: Enero/73
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 160 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 2x7x 1.60 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 0.75

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1076000 - 120000}{10000} = \$\ 95.60$

b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{1076000 + 120000}{2 \times 2000} \times 0.12 = 35.88$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{1076000 + 120000}{2 \times 2004} \times 0.02 = 5.98$

d) Almacenaje: $A = KD = \frac{0.1 \times 95.60}{} = 9.56$

e) Mantenimiento: $M = QD = \frac{0.75 \times 95.60}{} = 71.70$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 218.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e\ Pc$
Diesel: $E = 0.20 \times 224$ HP. op. $\times \$\ 0.40$ /lt. $= \$\ 17.9$
Gasolina: $E = 0.24 \times$ ____ HP. op. $\times \$$ ____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : ____ =

c) Lubricantes: $L = a\ Pe$
Capacidad carter: $C = 2 \times 16$ litros
Cambios aceite: $t = 100$ horas
$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 224$ HP. op. $= 1.1$ lt/hr.
$L = 1.1$ lt/hr $\times \$\ 5$ /lt. $= 5.5$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas / vida económica)
Vida económica: Hv = 1500 horas
$Ll = \frac{\$\ 124\,000}{2500 \text{ horas}} = 49.6$

Suma Consumos por Hora $

III. OPERACION.

Salario base: $ 120.00
Salario real - operador: 183.00
: ____
: ____
Sal/turno-prom: $ 183.00
Horas/turno-prom.: (H)
H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 183.00}{6.00 \text{ horas}} = \$\ 30.5$

Suma Operación por Hora $

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)

SOLUCION

A) Resistencia al Rodamiento: 15kg/por cada ton de máquina por cada 2.5 cm de penetración.

Penetración en camino revestido: 5 cm.

$$15 \times \frac{5}{2.5} = 30 \text{ kg/ton M.}$$

Sumando 20 kg/ton M. por deformaciones de llantas, fricciones internas, etc., tendremos:

Tesistencia al rodamiento = 30 + 20 = 50 kg/ton M.

B) Resistencia por Pendiente: 10 kg/ton M. por cada 1%

Tramo de 600 m de ida = 1% x 10 = 10 kg/ton M.

Tramo de 300 m de ida = 0

Tramo de 300 m de ida = 4% x 10 = 40 kg/ton M.

Tramo de 300 m de regreso = 4% x 10 = 40 kg/ton M.

Tramo de 300 m de regreso = 0

Tramo de 600 m de regreso = 1% x 10 = 10 kg/ton M.

C) Resistencia Total de Ida :

Tramo de 600 m = 50 + 10 = 60 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 — 40 = 10 kg/ton M.

D) Resistencia Total de Regreso: (vacía)

Tramo de 300 m = 50 + 40 = 90 kg/ton M.

Tramo de 300 m = 50 + 0 = 50

Tramo de 600 m = 50 — 10 = 40 kg/ton M.

E) Resistencia Total de la Máquina :

a) Máquina cargada = 43.3 ton

Tramo de 600 m = 60 x 43.3 = 2.6 ton

Tramo de 300 m = 50 x 43.3 = 2.2 ton

Tramo de 300 m = 10 x 43.3 = 0.4 ton

b) Máquina vacía = 24.1 ton

Tramo de 300 m = 90 x 24.1 = 2.2

Tramo de 300 m = 50 x 24.1 = 1.2

Tramo de 600 m = 40 x 24.1 = 1.0

F) Corrección por Altitud :

$$\frac{500 \times 1\% \text{ por cada } 100 \text{ m}}{100} = 5\%$$

por lo que habrá que multiplicar las resistencias totales por 1.05

Máquina Cargada

2.6 x 1.05 = 2.7 tm

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

0.4 x 1.05 = 0.4 tm

570

Máquina Vacía

2.2 x 1.05 = 2.3 tm

1.2 x 1.05 = 1.3 tm

1.0 x 1.05 = 1.1 tm

Con los datos anteriores se entra a la gráfica proporcionada por el fabricante, la cual anexamos al final del problema.

G) Velocidades:

Velocidades de la motoescrepa cargada

Tramo	Velocidad	Transmisión	Velocidad media 0.65 x velocidad
600 m	12m/h 19 km/h	4a	12 km/h
300 m	16m/h 26 km/h	5a	17 km/h
300 m	23m/h 37 km/h	6a	25 km/h

Velocidad de la motoescrepa vacía

Tramo	Velocidad	Transmisión	Velocidad media 0.65 x velocidad
300 m	16m/h 26 km/h	5a	17 km/h
300 m	23m/h 37 km/h	6a	25 km/h
600 m	23m/h 37 km/h	6a	25 km/h

H) Tiempos

Tiempo de motoescrepa cargada

Tramo	Tiempo
600	3.0 min
300	1.1 min
300	0.7 min

Total 4.8 min

Tiempo de motoescrepa vacía

Tramo	Tiempo
300	1.1 min
300	0.7 min
600	1.5 min

Total 3.3 min

Tiempo total del ciclo

Tiempo fijo = 1.3

Tiempo ida = 4.8

Tiempo regreso = 3.3

Total 9.4

572

) Costo del Metro Cúbico de Material Movido en Banco

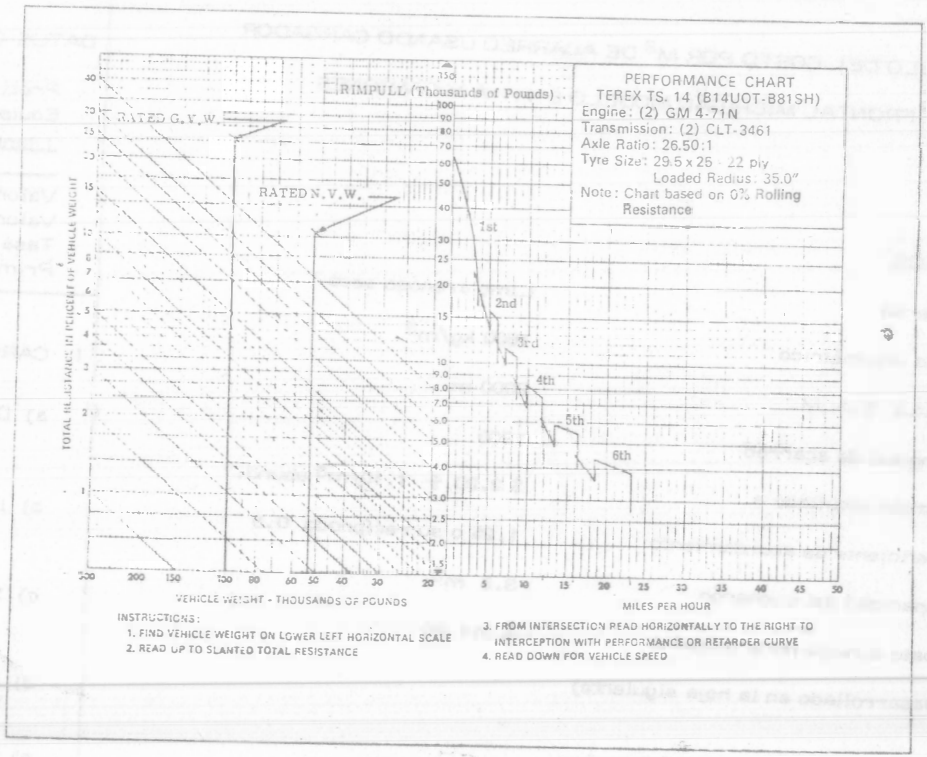
Tiempo total 9.4

Número de viajes por hora $= \frac{60}{9.4} = 6.4$

Capacidad de la motoescrepa en banco = $15 \times 0.8 = 12\ m^3$

Producción = $6.4 \times 12 = 77\ m^3/h$

Costo por $m^3 = \frac{\text{costo horario}}{\text{producción real}} = \frac{322}{77 \times 0.75} = \underline{\underline{5.58}}$



TEREX Division, Hudson, Ohio, U.S.A. 44236
General Motors Scotland Limited, Lanarkshire, Scotland
Diesel Division, General Motors of Canada Limited, London, Ontario

CALCULO DEL COSTO POR M^3 DE ACARREO USANDO CARGADOR FRONTAL MICHIGAN MODELO 8-111-A Y CAMIONES

DATOS

Material	Limo arenoso seco
Peso volumétrico	1600 kg/m^3
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200
Camión alquilado a	$ 2.20 + 1.10/m^3 abund.
Coeficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad del cucharón	3.5 m^3
Costo directo hora-máquina	$ 314.00
(Desarrollado en la hoja siguiente)	

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: Cargador Frontal
Modelo: 3½ yd^3
Datos Adic:

Hoja No:
Calculó:
Revisó :
Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 986,525.00
Equipo adicional –
Llantas 86,712.00
Valor inicial (Va): $ 899,813.00
Valor rescate (Vr): 10 % =$ 98,652.50
Tasa interés (i) : 12 %
Prima seguros (s): 2 %

Fecha cotización: Enero/73
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 290 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 203 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 1.0

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{896000 - 98600}{10\,000} = \$\ 79.74$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{896000 + 98600}{2 \times 2000} \times 0.12 = 29.83$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{896000 + 98600}{2 \times 2000} \times 0.02 = 4.97$

d) Almacenaje : $A = KD = \frac{0.1 \times 79.74}{} = 7.97$

e) Mantenimiento : $M = QD = \frac{1.00 \times 79.74}{} = 79.74$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 202.25

576

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 203 HP. op. x $ 0.40 /lt. = $ 16.24

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 30 litros

Cambios aceite : t = 100 horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 203$ HP. op. = 1.0 lt/hr.

L = 1.0 lt/hr x $ 5 /lt. = 5.0

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = 1500 horas

Ll = $ 900 00 / 1500 horas = 60.00

Suma Consumos por Hora $ 81.24

II. OPERACION .

Salario base : $ 120.00

Salario real - operador : 183.00

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 183.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

Operación = O = S/H = $ 183.00 / 6.00 horas = $ 30.50

Suma Operación por Hora $ 30.50

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 313.99

SOLUCION

Capacidad del cucharón = 3.5 x 0.76 = 2.7

Factor de carga = 0.8

Volumen por ciclo = 2.7 m^3 x 0.8 = 2.1 m^3/ciclo

Tiempo del ciclo (ciclo básico) 35.0 seg = 0.58 min

35 seg / 60 seg = 0.58 min.

Ciclos/hora = 60 min/hora / 0.58 min/ciclo = 103 ciclos/hora

Producción = 2.1 m^3/ciclo x 103 ciclos/hora

= 216 m^3/h

3.14 / 216 x 0.75 = 1.94

Costo Acarreo

3.30 / 0.8 = 4.13

Costo Total

Carga — 1.94

Acarreo — 4.13

6.07

Quince días después, el Superintendente llega con el Gerente a plantearle la solución y se encuentra con que el Gerente le envía los cargadores, a pesar de la demostración de la bondad del uso de las motoescrepas y el fuerte ahorro en dinero. A insistencia del Superintendente confiesa que se comprometió a rentar las motoescrepas puesto que le significan una ganancia interesante.

El Superintendente que cree en la toma de decisiones cuantitativa obtiene del Gerente los siguientes datos:

Ganancia neta de motoescrepa/mes = 6,000

Tiempo de ejecución $2 \times 6 \times 2 \times 25 \times 1.62 = 97,200$

$$\frac{800\,000}{97,200} = 8.2$$

Ganancia total $= 8.2 \times 6 \times 6,000 = 295,200$

Ganancia / $m^3 = \frac{295,200}{800,000} = 0.37$

Restando al costo de cargador + camiones 0.37 tendremos como costo neto, tomando en consideración la utilidad de la renta

$$6.07 - 0.37 = 5.70$$

LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI :

MOTOESCREPAS	5.58
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.07
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS RENTANDO MOTOESCREPAS	5.70

EL INGENIERO VA CON EL GERENTE A DEMOSTRARLE QUE SU DECISION ES MALA.

SIN EMBARGO EL GERENTE LE DICE QUE DESCONFIA DE SU CALCULO DE DURACION DE LA OBRA. NO HA CONSIDERADO TIEMPOS DE DESCOMPOSTURA.

EL SUPERINTENDENTE ANALIZA CON DIFERENTES FACTORES SU TIEMPO DE EJECUCION.

No. DE HORA TRABAJADA	FACTOR EFICIENCIA	COSTO REAL	TIEMPO EJECUCION
300	0.75	5.70	8.2
* 280	0.75	5.67	8.8
260	0.75	5.64	9.5
240	0.75	5.61	10.3
220	0.75	5.57	11.2

* CASO - RENDIMIENTO -

$$2 \times 280 \times 162 = 90,720$$

$$\frac{800,000}{90,700} = 8.8 \text{ MESES}$$

$$8.8 \times 6 \times 6,000 = 316,800$$

$$\frac{316,800}{800,000} = .40$$

$$6.07 - .40 = 5.67$$

ESTO ES UN EJEMPLO DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

PARA QUE CONVENCA EL ALQUILER NECESITA TARDARSE 11.2 MESES O SEA 3 MESES MAS O 36% MAS DEL TIEMPO PLANEADO.

EL GERENTE DUDA PERO CASI CON SEGURIDAD SE INCLINARA POR SU DECISION ORIGINAL.

AL SUPERINTENDENTE SE LE OCURRE QUE YA QUE ESTA OBLIGADO A OCUPAR CAMIONES ¿QUE SUCEDE SI COMPRA LA EMPRESA LOS CAMIONES?

HACE EL SIGUIENTE ANALISIS.

CALCULO CON CAMIONES DE LA EMPRESA

DATOS

Material	Limo arenoso
Peso volumétrico	1600 kg/m^3
Altitud S.N.M.	2000 m
Longitud de acarreo	1200 m
600 m	1% de pendiente adversa
300 m	Tramo horizontal
300 m	4% de pendiente favorable
camino revestido	
Coeficiente de abundamiento	1.25 o su recíproco 0.8
Capacidad del camión	6 m^3
Costo directo hora-camión	73.91
Velocidad promedio de ida	15 km/h
Velocidad promedio de regreso	30 km/h

Tiempo del Ciclo

De ida: $t = \frac{1200 \times 60}{15000} = \frac{72}{15} = 4.8$ min.

De regreso: $t = \frac{1200 \times 60}{30} = 2.4$ min.

Total = 7.2

CONSTRUCTORA

OBRA:

Camión Volteo
Máquina: 6.00 m^3
Modelo:
Datos Adic:

Hoja No:
Calculó:
Revisó :
Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 115,000.00 — Fecha cotización: Enero/73
Equipo adicional – 6 llantas (6) 12,526.00 — Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Gasolina de 210 HP.
Valor inicial (Va): $ 102,472.00 — Factor operación: 0.7
Valor rescate (Vr): % =$ — Potencia operación: 155.0 HP. op.
Tasa interés (i): 12% — Coeficiente almacenaje (K): 0.01
Prima seguros (s): 2% — Factor mantenimiento (Q): 0.9

1. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{102\,472.00}{10000} = \$\ 10.25$

c) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} i = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000}\ 0.12 = 2.56$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha} s = \frac{102\,472.00}{2 \times 2000}\ 0.02 = 0.51$

d) Almacenaje: $A = KD = 0.10 \times 10.25 = 1.03$

e) Mantenimiento: $M = QD = 0.9 \times 10.25 = 9.23$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 23.58

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =$

Gasolina: E = 0.24 x 147 HP. op. x $ .80 /lt. = 28.22

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 6 litros

Cambios aceite : t = 70 horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 147$ HP. op. = 1.37 lt/hr.

L = 1.37 lt/hr x $ 5.00 /lt. = 6.85

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$

Vida económica: Hv = 1500 horas

$Ll = \frac{\$\ 12,528.00}{1500 \text{ horas}}$ = 8.35

Suma Consumos por Hora $ 33.42

II. OPERACION.

Salario base : $ 70.00

Salario real - operador : 107.50

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom:$

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

$Operación = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 107.50}{6.00 \text{ horas}}$ =$ 16.91

Suma Operación por Hora $ 16.91

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 73.91

Tiempo del ciclo del cargador $\frac{35 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} = 0.58$ min

Para cargar un camión de 6 m^3 son necesarios 3 ciclos de operación del cargador; es decir, son necesarios 0.58 min x 3 = 1.74 min para cargar 6.0 m^3.

Tiempo de descarga = 30

Tiempo total del ciclo del camión = 7.2 + 1.74 + 0.5 = 9.44 min

Número de viajes por hora

$\frac{60 \times 0.75}{9.44} = \frac{45}{9.44} = 4.76$

Volumen por hora 4.76 x 6.0 = 28.56 m^3

Costo por m^3 $\frac{73.91}{28.56 \times 0.8} = 3.23$

Número de camiones

Producción del cargador 216 x 0.75 = 162 m^3

$\frac{162}{22.85} = 7.08 = 8$ camiones

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$\frac{8}{7.08} = 1.13$

3.23 x 1.13 = $ 3.65

Costo del acarreo más carga

Acarreo = 3.65

Carga = 1.94

Total =$ 5.59

Le resultan pues las siguientes alternativas

a) Motoescrepas 5.58

b) Cargador y camiones alquilados 6.07

c) Igual a b) rentando motoescrepas 5.70

d) Cargador y camiones propios 5.59

e) Igual a d) rentando motoescrepas 5.22

El Superintendente lleva estos datos al Gerente quien le responde que no puede comprar los camiones porque le parece que no va a poder usarlos después. El Superintendente que trata de usar sus conocimientos en estadística analiza los datos de camiones que — usó la empresa y se encuentra con que el total de camiones se ha usado en la siguiente forma

No. Camiones	Vendidos al final del año	Probabilidad
13	1	.76
27	2	.34
15	3	.20
12	4	.15
12	5	.15
79		1.00

Encuentra también que se han vendido en la forma siguiente

	% Valor de Adquisición
1	50
2	35
3	25
4	20

Con esto encuentra los valores de depreción real por hora del camión

Si se vende al final del año	Valor Depreciado	No. Horas	
1	51,242	2000	25.62
* 2	66,615	4000	16.65
3	76,854	6000	13.14
4	81,978	8000	10.25
5	102,485	10 000	10.25

* 102,485 x 0.65 = 66,615

COSTO DE HORA MAQUINA

AÑO	COSTO/HORA	COSTO ACARREO	PROBABILIDAD	
1	89.28	4.42	.16	0.71
2	80.31	3.96	.34	1.35
*3	76.80	3.80	.20	0.76
4	73.91	3.65	.15	0.55
5	73.91	3.65	.15	0.55
		VALOR ESPERADO		3.92

(NO SE HA TOMADO EN CUENTA EL AUMENTO EN INTERESES DE LA INVERSION)

73.91 − 10.25 + 13.14 = 76.80

ACARREO ESPERADO = 3.92

CARGA 1.94

5.86

- UT. MOTOESCREPAS 0.37

5.49

LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrepas 5.58

b) Cargador y camiones alquilados 6.07

c) Igual a b) rentando motoescrepas 5.70

d) Cargador y camiones propios (5 años uso) 5.59 *

e) Igual a d) rentando motoescrepas 5.22 *

f) Cargador y camiones propios (uso estadístico) 5.86

g) Igual a f) rentando motoescrepas 5.49

* Condicionados.

EL GERENTE POR FIN ACEPTA LA PROPOSICION DEL SUPERINTENDENTE. EL SUPERINTENDENTE SIGUE CON LA PLANEACION DE SU TRABAJO Y PIENSA SI - NO PODRIA PAVIMENTAR EL CAMINO Y ASI PODER - INCREMENTAR LA VELOCIDAD Y DISMINUIR LA IN--- VERSION EN LA COMPRA DE 16 CAMIONES.

CONSIDERA QUE EL CAMION SE AMORTIZARA TOTAL MENTE EN LA EMPRESA.

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO

Velocidad de ida 20 km/h

Velocidad de regreso 35 km/h

De ida : $t = \frac{1200 \times 60}{2000} = \frac{72}{20} = 3.6$ min.

de regreso : $t = \frac{1200 \times 60}{35} = 2.00$

Total = 5.6 min

Tiempo total del ciclo = 5.6 + 1.74 + 0.5 = 7.84 min

Número de viajes por hora $\frac{45}{7.84} = 5.73$

Volumen por hora $5.76 \times 6 = 34.56\ m^3$

Costo por $m^3 = \frac{73.91}{34.56 \times 0.8} = \$2.67$

$$\text{Número de camiones} = \frac{\text{Producción del cargador}}{\text{Vol. por hora x coef. de abundamiento}}$$

$$\frac{162\ m^3}{27.64} = 5.86 = 6 \text{ camiones}$$

Por concepto de camiones esperando, el factor es :

$$\frac{6}{5.6} = 1.07$$

$$2.67 \times 1.07 = \$\ 2.85$$

Costo del acarreo más carga

Acarreo	= 2.85
Carga	= 1.94
	$4.79
—UT. Motoescrepas	$0.37
	$4.42

Al cotizar el pavimento encuentra que una empresa que se dedica a ese tipo de trabajo le plantea un presupuesto de $ 480,000.00.

El costo por M^3 es de

$$\frac{480,000}{800,000} = 0.60$$

El costo total es pues 4.42 + 0.60

$ 5.02

LAS ALTERNATIVAS SON

a) Motoescrepas

b) Cargador y camión al costado 6.07

c) igual a b) rentando las motoescrepas

d) Cargador y camiones

e) igual a d) rentando las motoescrepas

f) Cargador y camiones propios (

g) igual a f) rentando motoescrecas

h) Cargador y camiones propios (uso estadistico) pavimentando el camino.

EL SUPERINTENDENTE MUESTRA SUS ALTERNATIVAS - AL GERENTE, DICIENDOLE QUE ES CLARO QUE LE CONVIE-- NE PAVIMENTAR EL CAMINO.

EL GERENTE LE DICE QUE SI BIEN LOS DATOS DEMUES_ TRAN LA BONDAD DE LA PAVIMENTACION, EL NO ESTA DE - ACUERDO EN INVERTIR, AL INICIAR LA OBRA, $ 480,000 QUE NO RECUPERARA SINO HASTA LA TERMINACION DEL TRA-- BAJO, PUES ASI REZA EN EL CONTRATO.

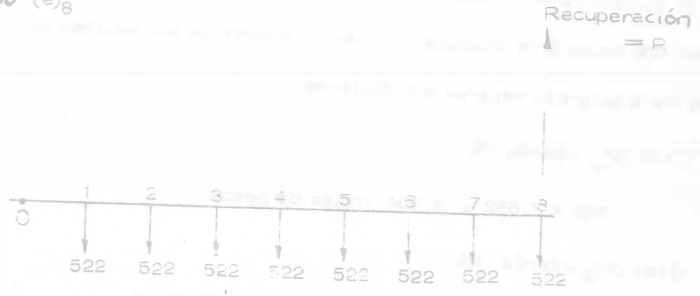
EL SUPERINTENDENTE CONSIDERA QUE SI HAY DIFE -- RENCIA EN LOS DOS SISTEMAS DE EGRESO, POR LO QUE - DECIDE REALIZAR UN ESTUDIO DE VALOR ACTUALIZADO.

Hace una comparación entre las alternativas e y h haciendo- uso del método de valor actualizado.

Como la recuperación es al final y es la misma en el tiempo - y en su valor no la considera para fines de comparación.

Supone que la obra durará 8 meses y que los egresos por cos_ to directo serán lineales; le resultan así las siguientes gráficas - de Ingresos-Egresos.

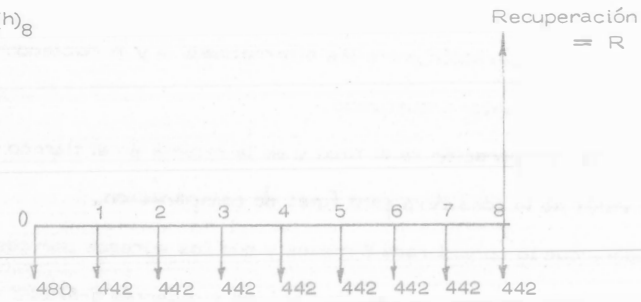
Caso $(e)_8$



en miles de pesos

$$\text{Costo/mes} = \frac{5.22 \times 800{,}000}{8} = 522{,}000$$

Caso $(h)_8$



$$\text{Costo/mes} = \frac{4.42 \times 800{,}000}{8} = 442{,}000$$

El Superintendente supone una tasa de interés mínima aceptable de 12% anual ó 1% mensual. Usando la tabla de los apuntes obtiene los siguientes valores actualizados.

Caso $(e)_8$ interés 1%

$522 \times 7.652 = 3{,}994$ miles de pesos

Caso $(h)_8$ interés 1%

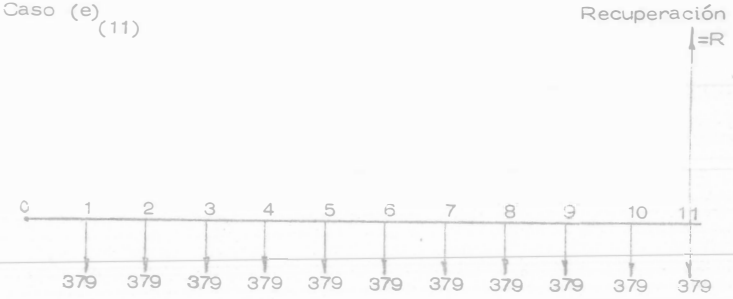
$480 + 442 \times 7.652 = 3{,}862$ miles de pesos

Le conviene seleccionar la alternativa de costo actualizado mínimo, que sigue siendo la (h).

El Gerente le recuerda que él piensa que se va a tardar 11 -- meses en el trabajo.

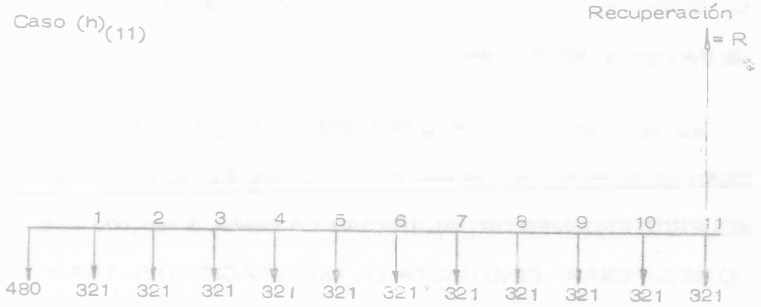
El Superintendente supone los 11 meses y obtiene lo siguiente

Caso $(e)_{(11)}$



$$\text{Costo/mes} = \frac{5.22 \times 800{,}000}{11} = 379{,}636.36$$

Caso $(h)_{(11)}$



$$\text{Costo/mes} = \frac{4.42 \times 800{,}000}{11} = 321{,}454$$

Suponiendo el mismo interés y como en el caso anterior que - gastos y recuperaciones se verifican al fin de mes, y usando la tabla de valores actualizados obtendremos :

Caso $(e)_{11}$ 1% mensual

$379{,}636 \times 10.368 = 3{,}936{,}069.00$

Caso $(h)_{11}$ 1% mensual

480,000 + 321,454.00 x 10.368 = 3,812,835.00

Le sigue conviniendo seleccionar la alternativa h.

El Gerente le pide que en vista de que las condiciones de la -- empresa no son muy buenas, le analice qué sucedería si se obliga a pagar 18% de interés anual 1½% mensual.

En el curso de duración 8 meses tiene los siguientes valores- actualizados.

Caso e_8 interés 1½% mensual

522 x 7,486 = 3,907,692

Caso h_8 interés 1½% mensual

480 + 442 x 7.486 = 3,788,812

En el caso de duración 11 meses tiene los siguientes valores

Caso e_{11} interés 1½% mensual

379,638 x 10.071 = 3,823,334

Caso h_{11} interés 1½% mensual

480,000 + 321,454 x 10.071 = 3,717,363

Con todos estos datos el Superintendente hace la siguiente -- tabla.

	Costo Actualizado		
	Caso e	Caso h	e - h
Duración 8 meses Interés 1%	3,994,000.00	3,862,000.00	132 000
Duración 8 meses Interés 1½"	3,907,692.00	3,788,812.00	118 880
Duración 11 meses Interés 1%	3,936,069.00	3,812,835.00	123 234
Duración 11 meses Interés 1½%	3,823,334.00	3,717,363.00	105 971

LA DIFERENCIA e-h ES SIEMPRE POSITIVA POR LO QUE EN TODOS LOS CASOS CONVIENE LA SOLUCION h, PUESTO - QUE EL COSTO ACTUALIZADO ES MENOR.

PODEMOS DECIR QUE LA SALIDA ES POCO SENSIBLE A - LOS CAMBIOS EN TIEMPO E INTERES, DENTRO DE LOS RANGOS ESTUDIADOS, PODREMOS PUES CON UNA CONFIANZA -- RAZONABLE PROCEDER A PAVIMENTAR EL CAMINO.

ATENCION. AL SIMPLIFICAR LA SOLUCION DEL PRO-- BLEMA SOLO SE HAN CONSIDERADO DECISIONES A NIVEL -- DE COSTO DIRECTO.

LECTURA RECOMENDADA

ECONOMIC DECISION MODELS. FOR ENGINEERS AND MANAGERS.

Autor - James L. Riges

Editorial - Mc Graw-Hill.

Teoería general de decisiones, con ejemplos de toma de decisiones en el área financiera. Problemas de valor actualizado. Decisiones -- con riesgo e incertidumbre. Fácil de leer; los ejemplos son sencillos.

INGENIERIA DE SISTEMAS.

Autores - Varios.

Editorial - Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

A través de ejemplos se ven aplicaciones de la Ingeniería de Sistemas y modelos de Investigación de Operaciones a problemas comunes -- en la Industria de la Construcción.

PROBABILITY, STATISTICS AN DECISION FOR CIVIL ENGINEERS.

Autores - Jack R. Benjamín
C. Alun Cornell

Editorial - Mc Graw-Hill

Elementos de probabilidad, modelos probabilísticos. Decisiones - con abundantes ejemplos de aplicación a problemas de Ingeniería Civil.

TEORIA Y CALCULO ELEMENTAL DE LAS DECISIONES.

Autores - Herman Chernoff.
Lincon E. Moses.

Editorial - Compañía Editorial Continental.

Probabilidades, estadística, utilidad, incertidumbre, modelos pro_

635

CONSTRUCTORA	Máquina: Cargador Frontal	Hoja No:
	Modelo: 3 1/2 yd³	Calculó:
OBRA:	Datos Adic:	Revisó :
		Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición: $ 997,104.38
Equipo adicional –
Llantas 120,000.00
Valor inicial (Va): $ 877,104.38
Valor rescate (Vr): % =$ 99,710.40
Tasa interés (i) : %
Prima seguros (s): %

Fecha cotización: Agosto /74
Vida económica (Ve): 5 años
Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Motores Diesel de 290 HP.
Factor operación: 0.7
Potencia operación: 203 HP. op.
Coeficiente almacenaje (K): 0.1
Factor mantenimiento (Q): 1.0

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{877104 - 99710}{10000} = \$ 77.74$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} i = \frac{877104 + 99710}{2 \times 2000} \times 0.12 = 29.40$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{877104 + 99710}{2 \times 2000} \times 0.02 = 4.88$

d) Almacenaje : $A = KD = \frac{0.1 \times 77.74}{} = 7.77$

e) Mantenimiento : $M = QD = \frac{1.00 \times 77.74}{} = 77.74$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 197.53

CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc
Diesel: E = 0.20 x 206 HP. op. x $ 0.50 /lt. = $ 20.60
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $ _____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe
Capacidad carter: C = 30 litros
Cambios aceite: t = 100 horas

a = C/t ÷ { 0.0035 / 0.0030 } x 203 HP. op. = 1.0 lt/hr.

L = 1.0 lt/hr x $ 7.00 /lt. = 7.00

d) Llantas: Ll = Vll (valor llantas) / Hv (vida económica)

Vida económica: Hv = 1500 horas

Ll = 120 / 15 horas = 80.00

Suma Consumos por Hora $ 107.30

OPERACION.

Salario base: $ _____
Salario real - operador: 200.00
_____: _____
_____: _____

Sal/turno-prom: $ 200.00
Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

Operación = O = S/H = $ 200.00 / 6.00 horas = $ 33.30

Suma Operación por Hora $ 33.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 338.13

AHORA LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI

MOTOESCREPA	6.43
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.85
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS RENTANDO MOTOESCREPAS	6.36

Y COMPARANDO CON LAS ALTERNATIVAS ANTERIORES,

TENDREMOS:

MAQUINA	COSTO M³ EN ENERO DE 1973	COSTO M³ EN AGOSTO DE 1974
MOTOESCREPAS	5.58	6.43
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	6.07	6.85
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS -- RENTANDO MOTOESCREPAS	5.70	6.36

606

CONSTRUCTORA	Máquina: Motoescrepa	Hoja No:
	Modelo: Terex TS-14	Calculó:
	Datos Adic:	Revisó :
OBRA:		Fecha :

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	$ 1'360,590.00	Fecha cotización:	agosto/74
Equipo adicional - Llantas	160,000.00	Vida económica (Ve):	5 años
		Horas por año (Ha):	2000 hr/año
		~~Motores Diesel de 160 HP.~~	
Valor inicial (Va):	$ 1'200,590.00	Factor operación:	0.7
Valor rescate (Vr):	% =$136,059.00	Potencia operación:	2x7 x 1,60 HP. op.
Tasa interés (i) :	%	Coeficiente almacenaje (K):	0.1
Prima seguros (s):	%	Factor mantenimiento (Q):	0,75

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{1200590 - 136059}{10,000} = \$106.45$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,i = \frac{1\,200590 - 136059}{2 \times 2000} \times 0.12 = 40.10$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2\,Ha}\,s = \frac{1200590 - 136059}{2 \times 2004} \times 0.02 = 6.68$

d) Almacenaje : $A = KD = 0,1 \times 106.45 = 10,64$

e) Mantenimiento : $M = QD = 0,75 \times 106.45 = 79.84$

Suma Cargos Fijos por Hora $ 243,71

ELEMENTOS DE UN MODELO MATEMATICO

- COMPONENTES
  - VARIABLES
    - exógenas
      - controlables
      - no controlables
    - de estado
    - endógenas
  - PARAMETROS
  - RELACIONES FUNCIONALES
    - identidades
    - características de operación

II. CONSUMOS.

a) Combustible : E = e Pc

Diesel : E = 0.20 x 224 HP. op. x $0.50 /lt. = $ 22.40

Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x $_____ /lt. =

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: L = a Pe

Capacidad carter: C = 2 x 16 litros

Cambios aceite : t = 100 horas

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 224$ HP. op. = 1.1 lt/hr.

L = 1.1 lt/hr x $ 7.00 /lt. = 7.70

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$

Vida económica: Hv = 1500 horas

$Ll = \frac{160\,000}{2500 \text{ horas}}$ = 64.00

Suma Consumos por Hora $ 94.10

II. OPERACION.

Salario base : $_____

Salario real - operador : 200.00

_____ : _____

_____ : _____

Sal/turno-prom: $ 200.00

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.75 (factor rendimiento) = 6.00 horas

$Operación = O = \frac{S}{H} = \frac{\$\ 200.00}{6.00 \text{ horas}}$ = $ 33.30

Suma Operación por Hora $ 33.30

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) $ 371.00

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

607

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M



CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA L.

610

LA PLANEACION

Visto como una función administrativa, el proceso de planeación incluye la identificación de los objetivos organizacionales y - la selección de políticas, procedimientos y métodos diseñados - para lograr estos objetivos. En términos de la habilidad que - está implicada, la toma de decisiones, incluyendo la creativi-- dad, juega un papel importante para determinarl el éxito de la- planeación.

14 La política creada es la iniciada por los administradores de una compañía con el fin de que les sirva de guía a ellos y a sus subordinados. Típicamente la relación entre la política creada y los objetivos organizacionales..... (están/no están) íntimamente ligados.

están

15 La decisión para promover la venta de contratos de servicio con venta de equipo, para asegurar que los clientes mantengan, de manera adecuada, el equipo, es un ejemplo de política _____.

creada

16 En comparación con una política creada, una política solicitada la formula el administrador de una compañía. La diferencia está en que ésta última se origina por la solicitud de un administrador a su superior, para resolver un caso excepcional; ésta es la base para que se le llame política _____

solicitada

17 Puesto que la política solicitada está basada en el manejo de casos individuales, el cual puede implicar circunstancias especiales, ¿existe algún peligro de que tal política sea incompleta, sin coordinación y quizás inconsistente? ..... (Sí/no).

si

18 Cuando no existe una política previamente especificada, un administrador pregunta a su jefe qué hacer con una cuenta por cobrar ya vencida. La decisión del superior constituye la formulación de una política _____.

solicitada

19 Cuando los administradores se ocupan continuamente de la formulación de políticas solicitadas, es un indicio de que no se ha dado suficiente atención a la formulación del tipo de política que previamente discutimos, esto es la política _____.

creada

20 Las políticas impuestas son el resultado de una fuerza externa que presiona a la organización, tales como la acción gubernamental, de la asociación comercial o del sindicato. En general, la importancia de la política _____ se ha ido aumentando en los últimos años,

impuesta

21 ¿Cree ud. que las políticas impuestas en la General Motors son similares a las de la Ford Motors Co.?..... ..... (sí/no).

sí (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato.

22 Una política de depreciación de equipo formulada debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza Aérea, es un ejemplo de política _____.

impuesta

23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____, _____, _____, e _____.

creada, solicitada, impuesta

24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política_____

impuesta

25 La política específicamente formulada para establecer guías necesarias para lograr los objetivos de la organización antes de que se presente cualquier problema se llama política_____.

creada

26 El tipo de política cuya abundancia indica una falta de atención administrativa apropiada para dar por anticipado las guías necesarias para tomar decisiones se llama política_____.

solicitada

27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discutir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción, finanzas y personal como las principales áreas de _____ en la empresa.

trabajo

28 Las políticas de ventas tienen que ver con decisiones tales como la selección del producto que va a fabricarse, su precio, su promoción de ventas y la selección de los canales de distribución Puesto que éstas son áreas interdependientes de toma de decisiones, la coordinación de estos esfuerzos .....(es/no es) esencial

es

29 La decisión para restringir la distribución de una cierta marca de cerveza a una área geográfica constituye una política de _____.

ventas

30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de producción, la compra del equipo de producción y los inventarios que deben mantenerse. Pueden formularse las políticas de producción sin tener en cuenta las políticas de ventas?.....(sí/no).

no

31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia de un mercado importante constituye una política de _____

producción

32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponibles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían) ..... afectar directamente todas las otras áreas de formulación de políticas.

podrían

33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio necesario para almacenes, es un ejemplo de política _____

financiera

34 Las políticas de personal tienen que ver con la selección del personal, desarrollo, compensación, desarrollo de una moral y con las relaciones sindicales. Es importante que estas políticas sean uniformes en toda la compañía? (sí/no).

sí

35 La decisión de que los solicitantes de empleo se inicien como aprendices, con base en las pruebas de habilidad, es un ejemplo de una política de _____.

personal

36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo que se han discutido son: _____, _____, _____ y _____.

Ventas
producción
finanzas
personal

37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en tér-

métodos procedimientos

53 A menos que la simplificación del trabajo sea en sí misma un procedimiento planeado, es más fácil lograr un mejoramiento y simplificación en los _____ que en los _____.

más fácil

54 Por ejemplo, si comparamos con la simplificación del procedimiento de selección de personal, la cual tiene que ver con varios departamentos, un mejoramiento en el método de realizar una prueba de aptitud es ..... (más fácil/más difícil).

políticas, procedimientos, métodos.

55 En resúmen, en las secciones anteriores hemos descrito tres niveles de planeación que están relacionados con el logro de los objetivos organizacionales. Estos son la determinación de _____, _____ y _____.

procedimiento

método

56 Una descripción cronológica de los pasos que hay que dar para lograr un objetivo, es un _____, mientras que la especificación de cómo debe darse un paso particular, es _____.

simplificación del trabajo.

57 Los mejoramientos y la simplificación, tanto en los procedimientos como en los métodos se denominan _____ _____ _____ _____.

C) TOMA DE DECISIONES

La habilidad para tomar decisiones es la clave de una planeación exitosa en todos los niveles. Esto implica más que la selección de un plan de acción, porque al menos deben realizarse tres fases: Diagnóstico, descubrimiento de las alternativas y análisis, antes de que se haga una elección.

alternativas

diagnóstico

58 La secuencia de las actividades de la toma de decisiones es de una importancia considerable. El análisis exitoso depende del descubrimiento previo de _____, apropiadas mientras que esta fase, a su vez depende de un cuidadoso _____.

diagnóstico

59 La función de la primera fase en la toma de decisiones, esto es el _____, es identificar y esclarecer un problema.

planeación

objetivos

60 Un diagnóstico cuidadoso depende de la definición de los objetivos organizacionales con los cuales se compara la situación presente. Esto está de acuerdo con nuestra observación previa de que los objetivos son el punto focal para la función de _____.

61 Después de identificar los _____ organizacionales, el diagnóstico implica la identificación de los principales obstáculos que impiden que se logren. Según esto, debe observarse que el describir un problema .... (sí/no) necesariamente identifica los obstáculos.

obstáculos

62 Por ejemplo, el identificar un problema que implique la función del mercadeo está al nivel de la descripción, mientras que el localizar las fallas específicas en el sistema interno de comunicación de la empresa constituye una identificación de los _____.

objetivos
obstáculos

63 Además de definir los _____ organizacionales e identificar los principales _____, la fase de diagnóstico de la toma de decisiones ordinariamente implica el señalar los factores en la situación que no pueden cambiarse. ¿Esta acción tiende a aumentar o disminuír el número de posibles soluciones al problema? .....(aumentar/disminuír)

disminuír

improbable

64 En la fase del diagnóstico de la toma de decisiones hay que tener cuidado para evitar "bloquear" las alternativas que de hecho son posibles. Por ejemplo, el ejecutivo de mercado que acepta el método actual para distribuír el producto, con un factor fijo, es .....(probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.

diagnóstico

65 La primera fase del proceso de la toma de decisiones, que ya discutimos, es la del _____. Esta fase es seguida por el descubrimiento de cursos alternativos de acción.

alternativos

66 Es en esta segunda fase de descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.

sí

67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo? .....(sí/no)

lo hace

creatividad

68 Dada la importancia de las diferencias individuales en la creatividad existen diversas variables organizacionales que afectan la posibilidad de la creatividad. Un factor obvio pero a menudo olvidado es que la recompensa al comportamiento creativo (lo hace/no lo hace) ..... que surja.

69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de la _____ en sus subordinados.

menos

70 Otro factor íntimamente relacionado con la creatividad es el nivel de presión en el ambiente. Aunque cierta presión es estimulante, las investigaciones que se han realizado en este campo indican que la alta presión da como resultado un desorden en el comportamiento o a una manera rígida de actuar, ninguna de las cuales favorece la creatividad. De acuerdo con esto las personas que dentro de una organización trabajan a "alta presión son .....(más/menos) creativas, aunque pueden ser productivas.

primeras

71 Comparando las organizaciones de investigación exitosas con las organizaciones de producción que han alcanzado el éxito, uno podría esperar encontrar menos énfasis en los programas diarios en las .....(primeras/últimas)..

finanzas

menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____ _____.

(Cuadros del 32 al 33)

91 Cualquier política puede describirse desde el punto de vista de los tres sistemas de clasificación que hemos discutido. La decisión de que todos los supervisores en la empresa deben ser responsables del desarrollo de sus subordinados puede clasificarse como política _____, _____ y _____

Departamental
creada
de personal

(Cuadros del 37 al 40)

92 Una descripción de cómo va a realizarse cada una de las series de tareas, cuándo se realizará y por quién debe ser realizada normalmente está incluída en una declaración de un _____

procedimiento

(Cuadros del 41 al 44)

93 Por contraste, la especificación detallada de cómo se realiza un paso de un procedimiento es el establecimiento de un _____

método

(Cuadros del 45 al 57)

94 La selección de un plan de acción representa la culminación del proceso de toma de decisiones. El proceso mismo está constituído por tres partes, al menos: _____, _____ _____ y _____.

Diagnóstico
descubrimiento
de alternativas
análisis

(Cuadros del 58 al 78)

95 Es en el descubrimiento de alternativas en el que adquiere gran importancia la creatividad en la toma de decisiones. El comportamiento creativo surge con mas facilidad cuando se es _____ _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión
tiempo

(Cuadros del 76 al 78)

96 El análisis de hechos, el cual se base en la construcción de un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones denomínase _____ — _____

investigación
de operaciones (70)

(Cuadros del 79 al 82)

PREGUNTAS PARA DISCUSION.

1 Al contestar a una pregunta, el presidente de una compañía dice "Mi único objetivo es obtener utilidades".
Comente la respuesta.

2 ¿De qué manera la planeación efectiva en el nivel departamental

en una organización depende de acontecimientos en los niveles superiores de la organización?

3 Las políticas se han clasificado de varias maneras. Por qué no se utiliza un sistema de clasificación más simple?

4 Considere la diferencia que existe entre el mejoramiento en los métodos y la simplificación del trabajo. ¿Por qué debe preferirse en la mayoría de los casos el segundo?

5 ¿Qué papel juega la creatividad en la planeación?

15 En general, ¿en cuál de las siguientes dos situaciones es más adecuada la aplicación de la investigación de operaciones? a/b.

a. Se va a tomar un gran número de decisiones que implican diferentes problemas.

b. Se va a tomar un gran número de decisiones en la misma área del problema.

b (puesto que un modelo matemático común estaría implicado en las diversas decisiones).

B) ILUSTRACION DE UN MODELO

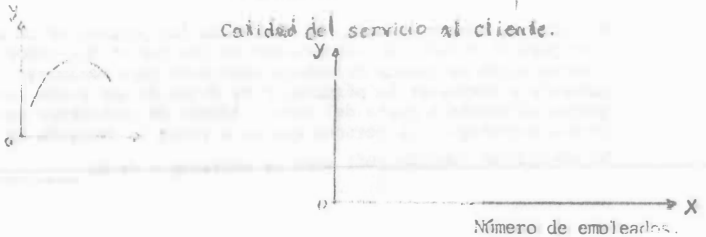
Un modelo matemático puede implicar el uso de cualquiera de las herramientas matemáticas o estadísticas de un grupo. Para hacer mas significativa nuestra discusión de los modelos matemáticos, en esta sección se ilustra un modelo algebráico que utiliza en su solución la técnica del cálculo diferencial. No es necesario saber cálculo para entender el papel que éste juega en el modelo.

16 Como ejemplo simplificado, suponga que la calidad promedio del servicio al cliente, en un departamento particular de una tienda, aumenta con el número de empleados solamente hasta un punto, y disminuye realmente. En este ejemplo, la calidad de servicio al cliente, el cual es una de las metas de la tienda ¿ de qué variable es una función? número de empleados.

del número de empleados

17 Incidentalmente, ¿Puede dar una razón de por qué el servicio al cliente disminuye en un punto en el que se ha añadido personal? quizás los empleados se ven muy complidados unos con otros en vez de atender a los clientes, (etc).

18 Suponiendo que hemos sido capaces de cuantificar la relación entre la variable y la meta, en este problema particular ilustre la forma geenreal de esta relación en la siguiente grafica.



19 Puede considerarse la gráfica anterior como un modelo simbólico de este problema. Suponga que ésta relación pueda representarse por la ecuación $Y=14X - 1/2\ X^2$ La ecuación entonces es el modelo _____ que representa la situación que se está estudiando.

20 Haciendo referencia a la gráfica del cuadro 18, ¿qué representa X en la ecuación $Y= 14X - 1/2X^2$ _____.

21 Haciendo referencia a la gráfica del cuadro 18, ¿qué representa Y en la ecuación $Y = 14\ X - 1/2X^2$ _____.

Calidad del servicio al cliente

22 La solución óptima, o mejor, para éste problema simplificado es encontrar el valor de X del cual Y es un valor -- .....(mínimo/máximo).

maximo

23 Una manera de encontrar el valor de X que da como resultado el máximo valor de Y, podría encontrarse tomando diferentes valores de X, y calculando el efecto en el valor de Y. Dado que $Y= 14X - 1/2X^2$, ¿Cuál es la calidad del servicio al cliente que está asociada con el hecho de tener seis personas en la tienda? Haga sus cálculos abajo.

$Y=14(5) - 1/2(6)^2$
$Y=84 - 1/2(36)$
$Y=84 - 18$
$Y=66$

24 Haga referencia a la Figura 4.1. La tabla y la gráfica indican el valor de Y asociado con cada valor de X. ¿aquél valor de X está Y maximizada?.

X= _____

Calidad del servicio al cliente.

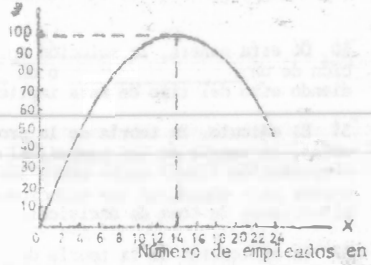


Figura 4.1. Representación gráfica y tabular de la ecuación

$Y = 14X - 1/2\ X^2$

X=	2	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	
Y=	26	48	66	80	90	96	98	97.5	96	90	80	66	48	

627

44 La determinación de la estrategia de precios y mercadeo de una tienda de departamentos, considerando la estrategia que se espera que use un competidor importante, será una situación de toma de decisiones en la que es adecuada la aplicación de la _____ _ ____ _____.

teoría de los juegos.

45 Por otra parte, el método Monte Carlo es útil para predecir el tiempo o frecuencia de los eventos dentro de un intervalo de tiempo particular. Para predecir el tiempo o frecuencia, ¿es necesario que conozcamos la probabilidad del evento que ocurre? .....(sí/no).

sí

46 Pero conocer la probabilidad de un evento no nos dice cuantas veces ocurrirá ese evento dentro de intervalos específicos de tiempo. Como lo dice el nombre de la técnica, el método _____ _____ supone que el espaciamiento particular de los eventos ocurrirán de manera casual.

Monte Carlo

47 Las primeras aplicaciones del método Monte Carlo incluyeron el uso de una ruleta modificada con el fin de clacular la _____ esperada de los eventos dentro de períodos específicos de tiempo. Recientemente se han usado para este fín tablas de números fortuitos y números fortuitos generados por computadoras.

frecuencia (o tiempo, u ocurrencia.

48 En una tienda de departamentos, por ejemplo, podemos conocer el volumen promedio de ventas esperadas de cepillos de dientes, pero no las fluctuaciones (distribución) de la demanda del consumidor en una serie de semanas. La aplicación del método _____ _____ sería adecuada a este problema.

Monte Carlo

49 Las cinco técnicas matemáticas que hemos discutido hasta aquí son _____, _____, _____, _____, y _____.

cálculo
teoría de la probabilidad
teoría de las colas.
teoría de los juegos.
El método Monte Carlo.

50 Finalmente, la programación lineal, que ha tenido una extensa aplicación en la investigación de operaciones, es útil cuando existen diversas variables relacionadas con el logro de una meta deseada; el problema es elegir la mejor combinación de valores para estas variables. Como el nombre lo dice, la relación entre cada una de estas variables y la meta debe ser (lineal/no lineal) esto es, un cambio constante en la variable da como resultado un cambio constante en el logro de la meta.

lineal

51 Por ejemplo, un fabricante de sombreros que desea determinar la cantidad de cada tipo de sombreros que va a fabricar de manera que el ingreso se maximice, puede intentar realizar un análisis matemático de un problema, usando la técnica de la _____ _____ _____.

programación lineal

628

52 Supongo que el fabricante de sombreros encuentra que el aumento de precios es progresivamente más pequeño a medida que se aumenta la producción de ese tipo de sombrero. Debido a la relación no lineal entre el volúmen de producción y el ingreso, este problema (se presta/no se presta) para usar la programación lineal.

no se presta

53 A pesar de la restricción de que las relaciones deben ser _____, la programación lineal ha tenido una amplia aplicación en los problemas de producción, transportes e inventarios. Debido a esto, presentaremos un ejemplo de su aplicación, en la Sección D de esta unidad.

Lineales

54 A manera de resumen, repasemos la aplicación apropiada de los seis métodos matemáticos para la toma de decisiones que hemos discutido brevemente. El enfoque analítico que es apropiado cuando una persona va a tomar una decisión intenta maximizar su ganancia o minimizar sus pérdidas considerando la estrategia de un competidor juicioso es la _____ _____ _____ _____ _____.

teoría de los juegos

55 En una compañía particular, se ha encontrado que el desafrollo del producto por dólar gastado en investigación y desarrollo aumenta primero y luego disminuye, esto es, que la relación es curvilineal. La técnica matemática que podría usarse para determinar el gasto óptimo de investigación y desarrollo en este caso es el _____ _____.

cálculo

56 El problema para determinar cuántos reparadores de máquinas hay que solicitar para minimizar el costo combinado del tiempo ocioso de los reparadores y el tiempo ocioso de las máquinas, se presta para usar la _____ _____ _____ _____.

teoría de las colas.

57 Dada la situación en la cual cada uno de los números de rutas de transporte tiene una relación directa con el costo del transporte total, y en la que el objetivo es encontrar la combinación de rutas que minimice el costo total, la técnica matemática aplicable sería la de la _____ _____ _____ _____.

programación lineal

58 Tomar una decisión para realizar una inversión, con base en la consideración, tanto en la ganancia posible asociada con dada elección como la probabilidad de esa ganancia implica la aplicación de la _____ _____ _____ _____.

teoría de la probabilidad.

59 Finalmente, dado el promedio esperado de vida de un cargamento de focos, desearíamos calcular (o simular) la distribución esperada en las fallas de los focos durante una serie de períodos de tiempo, para planear un programa de substituciones. La técnica apropiada en este caso sería el _____ _____ _____.

Método Monte Carlo

Maximice: 60 A + 80B

sujeto a las restricciones:

1.8A + 2B ≤ 1,800
3A + 2B ≤ 1,800
1.5A + 1B ≤ 1,800

Existen otras restricciones impuestas en este problema?..... (sí/no).

sí (véase el siguiente cuadro.

69 Existe una categoría adicional de restricciones, que es obvia, que difícilmente pensamos en ella en estos términos. Esta restricción se refiere a que ni A ni B pueden tener valor negativo (lo cual es ciertamente imposible en la práctica, puesto que no podemos producir una cantidad negativa de algo), de manera que las cantidades de A y B que van a producirse deben ser = 0. Simbólicamente, la restricción de no - negatividad para A es A=0, y para B es _____.

B=0

70 Procederemos ahora a solucionar este problema de programación lineal por el método gráfico. Existen otros métodos para encontrar la solución óptima, que considerarémos brevemente mas adelante. La solución gráfica es la ..... (menos/más) compleja.

menos

71 El primer paso en la solución gráfica de un problema de programación lineal es trazar las restricciones en la gráfica. La primera restricción, para el proceso 1, es 1.8A+2B 1,800. Si fueramos a producir sólamente mesas y a usar el - total de 1,800 horas del proceso 1, ¿cuántas se fabricarían? _____ de manera semejante, ¿cuántos arcones se producirían si -- solo se fabricarán éstos? _____.

1,000
900

72 Haga referencia a la Figura 4.3. La línea en la gráfica representa la ecuación 1.8A_____ Note que los valores de A y B donde esta línea intercepta los dos ejes son iguales a los valores que hemos calculado en el cuadro anterior.

1.8A+2B 1,800



Figura 4.3 La representación gráfica de una restricción en la programación lineal.

73 Puesto que la restricción establecio "menos de cero A", el área de posible solución es el total del área sombreada - abajo de la línea de restricción. ¿Por qué el área de posible solución no se extiende más hacia abajo o a la izquierda de los dos ejes de la gráfica? _____

Debido a las restricciones de no-negatividad para A y B (debido a - que ni A ni B pueden tener un valor negativo).

74 En la solución gráfica de un problema de programación lineal, el área de la gráfica cuyos valores se conforman con o satisfacen las restricciones en el problema se llama área de _____ _____.

solución posible

75 Suponga que la restricción a la producción para el proceso 1, que se representa en la Figura 4.3, fuera la única restricción en este problema, además de las restricciones de - no negatividad. ¿Cuántas posibles soluciones habría para este problema (no necesariamente la óptima)? _____

Es posible un -- gran número de - soluciones por - que todas las -- combinaciones de valores para A y B en el área sombreada califican.

76 En lo que respecta a las restricciones de este problema está en el área de solución posible la decisión de no producir mesas y arcones.....(sí/no).

sí

77 Son posibles muchas soluciones, pero soluciones, pero solo existe una única solución óptima. Viendo de nuevo la Figura 4.2, y recordando que nuestro objetivo es el de maximizar 60A + 80B, ¿cuál es la solución óptima implicando solamente una restricción importante? Producir _____(número) mesas y _____(número) arcones.

0
900

78 Al nivel de producción de 900 arcones y ninguna mesa, el ingreso bruto que es $_____, ha sido maximizado; esto es, que este plan de producción representa la solución _____ al problema con solo una restricción importante..

$72,000
óptima

79 Ciertamente, la solución que hemos discutido no es la solución final, porque sólamente se considero una restricción. Haga referencia a la Figura 4.4. Hemos incluído ahora las - dos restricciones restantes en la gráfica. ¿Es ahora el área de posible solución más grande o más pequeña que antes de -- que añadieramos las dos restricciones restantes? ....(más grande/más pequeña).

más pequeña

80 En la Figura 4.4, el área de posible solución es tal que posiblemente no podamos usar la totalidad de las 1,800 hrs.- para el proceso _____.

A nivel de todo el sistema.

93 En todos los aspectos, la orientación de la investigación de operaciones es (departamental/a nivel de todo el sistema). (Cuadros 1 a 4).

Lo apropiado a la situación representativo de la manera como realmente interactuan las variables.

94 En general, sobre qué base se elige una técnica matemática para solucionar un problema de 10 .... (cuadros 16 a 30).

Teoría de las Colas.

95 Considerando ahora las técnicas matemáticas específicas que hemos discutido, el método que es apropiado cuando los costos que están asociados con la capacidad ociosa deben ser balanceados contra los costos de espera, es el de la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 37 a 41, 56).

Cálculo.

96 El costo total de detectar la producción de baja calidad, disminuye primero y después aumenta, a medida que se añade personal a un departamento particular de inspección. El método matemático que podría usarse para encontrar el punto del costo mínimo en este caso, es el _____ (Cuadros 27 a 30, 55).

Teoría de la probabilidad.

97 El administrador que adjunta cálculos cuantitativos acerca de la probabilidad de varios eventos, como una ayuda para la toma de decisiones, está utilizando la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 31 a 36, 58).

Método Montecarlo.

98 Aunque conocemos la rotación promedio de los empleados, si queremos saber con anticipación cuántos empleados es probable que dejen la empresa durante una serie de períodos cortos de tiempo, deberíamos intentar aplicar el _____ _____ _____ (Cuadros 45 a 49, 59).

Teoría de los Juegos.

99 La determinación de una estrategia para la toma de decisiones anticipándonos a lo que hará un competidor importante, implica el uso de la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 42 a 44, 54).

Programación Lineal.

100 El método matemático que sería apropiado cuando queremos determinar cuantas unidades de cada uno de los productos de un grupo deberían fabricarse de manera de poder maximizar el ingreso, es el de la _____ _____ (Cuadros 50 a 53, 57; 60 a 89).

Restricciones.

101 El primer paso en la solución gráfica de un problema de programación lineal, es trazar las _____ en la gráfica que representa las cantidades de las dos variables. (Cuadros 60 a 72)

Solución Posible

102 El área en la gráfica cuyos valores satisfacen las restricciones en el problema se llama el área de la _____ _____. (Cuadros 73 a 77).

óptima

103 Dentro del área de la posible solución se escoge esa combinación de valores para las dos variables, lo cual da como resultado la solución_____ _____. (Cuadros 78 a 89).

simple

104 Cuando estámos implicados en una situación de toma de decisiones tal como la de determinar la mezcla de un producto, en la cual están implicadas mas de dos variables, el método _____ para resolver el problema de programación lineal es más apropiado que la solución gráfica. (Cuadros 85, 86, 89).

transporte

105 Finalmente, una versión simplificada del método simplex que se puede aplicar a problemas tales como el de minimizar los costos de embarques cuando están implicadas diversas fuentes y destinos, ha sido llamada método de _____ _____ _____ (Cuadros 87 a 89).

PREGUNTAS PARA DISCUSION

1 ¿Qué relación existe entre la función administrativa de planeación y el uso de las técnicas cuantitativas para la toma de decisiones?

2 Discuta los pasos principales incluidos en la investigación de operaciones. ¿Es importante la secuencia de estos pasos?.

3 ¿Para qué tipo de situaciones de toma de decisiones es posible y valiosa la construcción de un modelo matemático?

4 Dé ejemplos de problemas a los que podrían aplicarse con propiedad: El cálculo, la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, la teoría de los juegos y método Monte Carlo.

5 Discuta la programación lineal desde el punto de vista de la suposición principal de esta técnica y el tipo de situaciones de toma de decisiones en que puede usarse.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

C O N T R O L

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

640

I N D I C E

		PAGINA
L.	INSTRUCCIONES	2
2.	EL CONTROL	3
3.	CONTROL DE CANTIDADES	14
4.	CONTROL DE COSTOS .	17
5.	CONTROL PRESUPUESTAL	19
6.	CORRECCION DE DESVIACIONES	22
7.-	REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS	22

INSTRUCCIONES

La primera parte de estos apuntes utiliza el sistema denominado EDUCACION PROGRAMADA. Rogamos al lector atender las siguientes instrucciones para obtener el mejor aprovechamiento :

1) Cubriendo la columna de la derecha con la tira que se anexa, lea cada uno de los temas.

2) Escriba la respuesta en el espacio marcado o en una hoja por separado, cuando así se requiera. (Es esencial que no se concrete usted a pensar la respuesta, DEBE ESCRIBIRLA).

3) Revise su respuesta, moviendo la tira hacia abajo, descubriendo la respuesta correcta en la columna de la derecha.

4) Si su respuesta es correcta pase al siguiente tema.

5) Si su respuesta no es correcta, lea el tema nuevamente y trate de comprender por qué está usted equivocado.

PROCEDIMIENTO

Cada tema deberá ser resuelto en orden. NO ALTERE EL ORDEN, a menos que así se le indique. Si tiene dificultad en un determinado punto debe regresar al lugar donde este punto apareció por primera vez y revisar los temas relacionados con él.

CONVENCIONES

_____ = Escriba la palabra solicitada.

_____ = Anote la letra que se requiere.

...(si/no) = Subraye o circule la alternativa correcta.

_____ = Escriba las palabras que se requieran.

( ) = Ponga el número correcto

16.- Lo anterior significa que el esfuerzo control está dirigido a los lugares donde una ------ _____ tiene lugar, es decir en el - punto donde lo realizado no se conforma con el - _____ o patrón definido.

excepción
estándar

17.- En los sitios de excepción es donde se debe colocar un _____ de control y donde se debe aplicar el tercer paso del proceso control, es decir la toma de la acción _____.

punto estratégicc
correctiva

18.- La determinación de los sitios donde existe una _____ es básica para lograr un buen control, ya que el incluir todas las facetas de una empresa en él, consume demasiado - tiempo y esfuerzo, por lo que resulta muy costoso.

excepción

19.- El concentrar el control en _____ estratégicos ahorra tiempo y esfuerzo y es una práctica muy unida al Principio de _____. Cuando al comparar estándares y - funcionamiento no existe ninguna desviación o - _____ el control de esa actividad pasa a segundo término y solo requiere de - revisiones periódicas.

puntos
excepción
excepción

20.- En resumen: La _____ surge cuando al comparar el funcionamiento o resultados obtenidos y los _____ existe alguna diferencia y es el sitio donde debemos establecer un _____ de control y llevar a cabo la toma de la ------- _____ correctiva.

excepción
estándares
punto estratégic
acción

DISPOSITIVOS DE CONTROL.

21.- Una vez establecidos los estándares y que se han medido y comparado éstos con los resultados para poder llevar a cabo la acción _____ _____ se utilizan varios _____ de control que son:

correctiva
dispositivos

Presupuesto
Informes estadísticos de control
Análisis del punto no pérdida-no ganancia
Reportes especiales de control
Auditoría interna

22.- El presupuesto es el _____ de control que se utiliza con más frecuencia. Cuando el presupuesto sirve para corregir y revisar el trabajo que se está ejecutando forma parte del proceso de _____ mientras que su determinación como recurso para el logro de objetivos lo hace parte del proceso de la función - _____.

dispositivo
control
planeación

23.- El presupuesto entonces es de gran importancia como dispositivo de _____ y como parte integrante del proceso de la _____ _____. La definición del estándar costo es base común para coordinar las actividades de la empresa y forma parte del dispositivo _____ _____.

control
planeación
presupuesto

24.- El dispositivo que se basa en la determinación de los costos, es el de _____. Pero el dar importancia a la reducción de costos solamente, puede tener como consecuencia - que esto afecte al estándar (cantidad/calidad/uso del tiempo) _____.

presupuesto
calidad

25.- El segundo dispositivo de control consiste en la elaboración de reportes periódicos de las - actividades realizadas, con el fin de estudiar la historia de la marcha de la empresa y es lo que implican los _____.

informes estadísticos

26.- El hecho de que los informes _____ _____ de control sirvan de base para que se les compare con otros informes previos, significa que es importante que se elaboren en forma - (continua/no continua) _____.

estadísticos
continua

27.- El análisis del punto no pérdida no ganancia es otro de los _____ que más se usa. El uso de gráficas que muestran el porcentaje de utilización de una planta contra ingresos y gastos pueden utilizarse para el análisis del punto _____ _____.

dispositivos de control
no pérdida - no ganancia

28.- La determinación de las utilidades o pérdidas de la empresa, es otro ejemplo de lo que se puede lograr al utilizar el dispositivo de _____ _____ _____

análisis del - punto no pérdida no ganancia

648

43.- La supervisión realizada por los niveles altos de la empresa sobre áreas extensas de trabajo es lo que implica un _____ control centralizado
_____. El perfeccionamiento del individuo debido a un supervisor que checa su trabajo constituye la meta a alcanzar del _____ control personal
_____. El deseo de superación personal, la automotivación y la iniciativa del individuo para ir perfeccionando sus métodos de trabajo son consecuencia del _____ auto-control
_____.

44.- Desde el punto de vista de la Teoría y (unidad anterior) el sistema de control mejor es el _____ auto-control
_____. Según la Teoría X que establece que el hombre es incapaz de lograr nada por sí mismo, sería necesario el uso de los controles _____ centralizado y personal
_____.

45.- Porque fomenta el sentido de responsabilidad y brinda una cierta libertad en la elección de los métodos de trabajo y estrategias a seguir el sistema de control ideal sería el _____ auto-control
_____.

CONSECUENCIA DE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

46.- El éxito de los _____ sistemas de control se basa, en que sean aceptados por los individuos a quienes se aplica. Por desgracia los estudios del comportamiento humano han demostrado que el hombre generalmente (acepta/rechaza), _____ recha los sistemas de control.

47.- Los sistemas de control producen en el hombre un rechazo que se traduce en un incumplimiento del deber. El _____ rechazo o resistencia a dichos sistemas se debe generalmente a las siguientes causas:

1) El control tiende a romper la imagen propia de la persona.

2) El no aceptar los objetivos de la empresa.

3) La creencia de que los estándares exigidos son demasiado altos.

4) No gustarle que se asigne el control a determinados grupos de la organización.

48.- El hecho de que la mayoría de los reportes o informes de control, acusan sólo las deficiencias en la actuación de la persona, hacen que sean (aceptados/rechazados) _____ rechazados ya que tienden a _____ romper la imagen de la propia persona.

49.- Ahora suponiendo que el individuo acepta el control como un medio para corregir sus deficiencias es necesario, además, que los objetivos de los sistemas de control le hagan sentir que valen la pena. (sin respuesta)

50.- Así otra de las razones por las que se rechazan los sistemas de control es porque existe incompatibilidad entre los _____ objetivos de la persona y los de la organización.

51.- Si un empleado siente que lo que le están exigiendo es ceras adp para sus aptitudes o habilidades, puede deberse a que los _____ estándares _____ son muy altos y por ello (admite/no admite) _____ no admite que se le controle.

52.- Por ejemplo la fijación de volúmenes de venta a un vendedor basados en su desempeño anterior es más fácilmente (aceptada/rechazada) _____ aceptada que si se aplica un volumen estándar sin tener en cuenta la experiencia.

53.- Se establecio que un individuo rechaza los _____ sistemas de control cuando no le gusta, que para tal efecto, hayan asignado a un determinado _____ grupo. Es de esperarse que un control ejercido por los mismos compañeros se (acepta/rechaza) _____ acepta en tanto que un control proveniente de un staff de "afuera" sea aceptado/rechazado) _____ rechazado
_____.

54.- Se han visto hasta ahora, las razones por las que se _____ rechaza un sistema de control, que trae como consecuencia un incumplimiento del deber. Un individuo no cumple con su _____ deber ante la percepción del poco logro.

69.- El sistema orgánico de control basado en - lo antes expuesto tendría una aplicación ------- (igual/muy distinta)_____ muy distinta
a los sistemas convencionales, ya que si se ha lo grado la entera_____ dedicación
al logro de los _____, objetivos
lo primero, para- realizar un_____ control
efectivo, será pro porcionar ayuda a los subsistemas (departamentos) en su esfuerzo por alcanzar los niveles acordados en común.

70.- La función de las unidades administrativas en el sistema_____ organico de control
será la de proporcionar a cada uno de los niveles de la empresa la información relativa a su funcionamiento para que pueda utilizarla a este fin.

71.- Así cada subsistema tendrá que dar cuenta de sus actividades al sistema inmediato superior, periódicamente indicando el desarrollo alcanzado, la exposición de los problemas encontrados y de los planes para resolverlos. Ello elimina la utilización de grupos especiales de control que hacen (más caro/más barato)_____ más caro
el control.

72.- Con ello también se evita en gran parte la vigilancia directa, en el sentido estricto de la palabra, ya que el problema no consiste en obtener un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a todas las secciones a lograr los _____ objetivos
propuestos.

73.- Así el sistema_____ orgánico de
_____, motiva al empleado a ir corri control
giendo sus errores y a ejercer sobre sí mismo un
_____control de sus movimientos. El auto
auto-control es la mejor manera de responsabilizar al individuo y lograr el_____ cumplimiento
de su deber y su mayor_____ dedicación
a tratar de alcanzar los objetivos de la empresa.

74.- El_____-control desarrollado en ba- auto
se al estudio de situaciones particulares, producto, a su vez de las necesidades e inquietudes del individuo y que se ejerce por medio de informes de subsistemas al sistema superior, a base de - confianza y sinceridad es lo que constituye el -- _____ de control. sistema orgánico

CONTROL DE CANTIDADES

El controlar las cantidades es muy usual en la Industria de la Construcción. Conocida desde la planeación la cantidad de una obra determinada por unidad de tiempo (hora, día, mes) que se requiere producir es muy fácil utilizar esa cantidad planeada como estándar. A medida que se desarrolla la obra pueden irse afinando los estándares.

En el proceso de planeación se determina primero un estándar ideal o teórico, esto es la cantidad de obra que puede producirse con un 100% de eficiencia, luego se aplican factores producto de la experiencia para llegar al estándar práctico, o de otra manera, si se tienen datos estadísticos de obras anteriores con el mismo proceso productivo pueden tomarse estos datos para determinar los estándares reales o prácticos.

Establecidos los estándares por unidad de tiempo se procede a establecer los puntos de control; normalmente se van controlando las cantidades por lapsos acordes con el control contable de la obra. Así pueden establecerse controles diarios, semanales o mensuales.

La ventaja de ligar el control de cantidades a la contabilidad de costos es que se tendrán puntos de control iguales para cantidades y costos lo cual es muy útil puesto que la producción real en un determinado plazo junto con el costo real nos dará el costo por unidad de obra ejecutada que es un dato que interesa primordialmente al constructor.

Otra característica del control de cantidades es que los puntos de control son diferentes dependiendo del nivel jerárquico que toma decisiones usando el control. Así por ejemplo en una planta de agregados el jefe de la planta recibe un informe de producción por turno, el superintendente de pavimentación recibiría un informe condensado de producción semanal y el superintendente general este mismo informe pero mensual. Esto sucede desde luego si no hay desviaciones significativas. Si las hay el sistema de control debe ser capaz de alertar hasta un nivel que pueda tomar las decisiones que corrijan aquellas fallas del proceso que estaban provocando una falta de producción respecto a los estándares.

Esto se hace en diferentes formas. El superintendente de pavimentación puede por ejemplo decirle al jefe de la planta que debe avisarle si la producción de cualquier turno de 8 hrs. es inferior en 10% al estándar por turno. El superintendente general podrá enterarse si la producción semanal es 10% inferior al estándar semanal. Esto desde luego facilita la operación organizada de control.

65.6

CONTROL DE COSTOS

Este sistema de control es muy usual en lo que a construcción se refiere, ligado íntimamente al control de cantidades como ya se inició.

Este control consiste en ordenar en diferentes cuentas los costos correspondientes a los insumos que se van utilizando en la obra.

El conjunto de estas cuentas se denomina catálogo de cuentas de costos, y pueden dividirse de acuerdo con las necesidades del control. Así por ejemplo puede llevarse una cuenta de costos para producción de agregados, otra cuenta de costos para elaboración de concreto asfáltico, una más para colocación de concreto revestido, etc., es usual que se subdividan estas cuentas de costos en sub cuentas, en función del tipo de insumo, así pues cada una de estas cuentas podría llevar las siguientes sub cuentas :

a) Mano de Obra
b) Materiales
c) Maquinaria
d) Acarreos
e) Destajistas

El control de costos compara las cantidades erogadas por cada una de las cuentas y sub cuentas con las supuestas y cuando hay una desviación importante tomará una decisión para corregir esta desviación.

El estándar en el caso de control de costos puede elaborarse a base de presupuestos mensuales o, relacionando un control de cantidades con el de costos en base a los costos unitarios supuestos en la planeación.

Así por ejemplo se puede presuponer cuánto se va a gastar en una determinada empresa por concepto de maquinaria para agregados, y usar esta cantidad como estándar y contra ella comparar el costo real. Puede también fijarse un costo unitario como estándar por m3 de agregado por ejemplo y con los datos reales de cantidades de costos dividiendo la cantidad erogada realmente en el mes entre la cantidad producida realmente en el mes en m3 tendríamos el costo unitario real que se compararía con un costo unitario supuesto. En ambos casos, si hay desviaciones se deberá contar con un mecanismo en la organización de la obra que tome decisiones de inmediato para corregir las deficiencias que presente el mecanismo de producción, con objeto de hacer que el costo real sea igual o menor que un costo estimado.

65.5

La información del control de costos se puede presentar en base a listados que nos indican las cantidades realmente erogadas en cada una de las cuentas y sub cuentas, se puede presentar en gráficas, o pueden presentarse exclusivamente aquellos costos que se disparan del presupuesto (control por excepción).

Como se puede ver estas cuentas de costos pueden sofisticarse y pueden ampliarse hasta llegar a un control muy detallado. La experiencia en construcción indica que es muy difícil llegar a un gran detalle ya que normalmente en los datos de campo se originan errores que hacen inutil este control tan detallado. Es más frecuente que se tengan cuentas por actividades generales y en caso de tener que tomar una decisión se hace un análisis de detalle de esa cuenta particular dividiéndola con el criterio del ingeniero en sub cuentas.

La contabilidad de costos implica una buena organización contable de la obra, ya que esta contabilidad de costos deberá estar ligada a la contabilidad general de la empresa para que dé siempre datos reales.

Desde luego se deberán llevar cuentas de los costos directos, así como de indirectos y gastos generales de la empresa con objeto de tener siempre un panorama completo y tomar decisiones que conduzcan a la obra y a la empresa al objetivo cuantitativo predefinido.

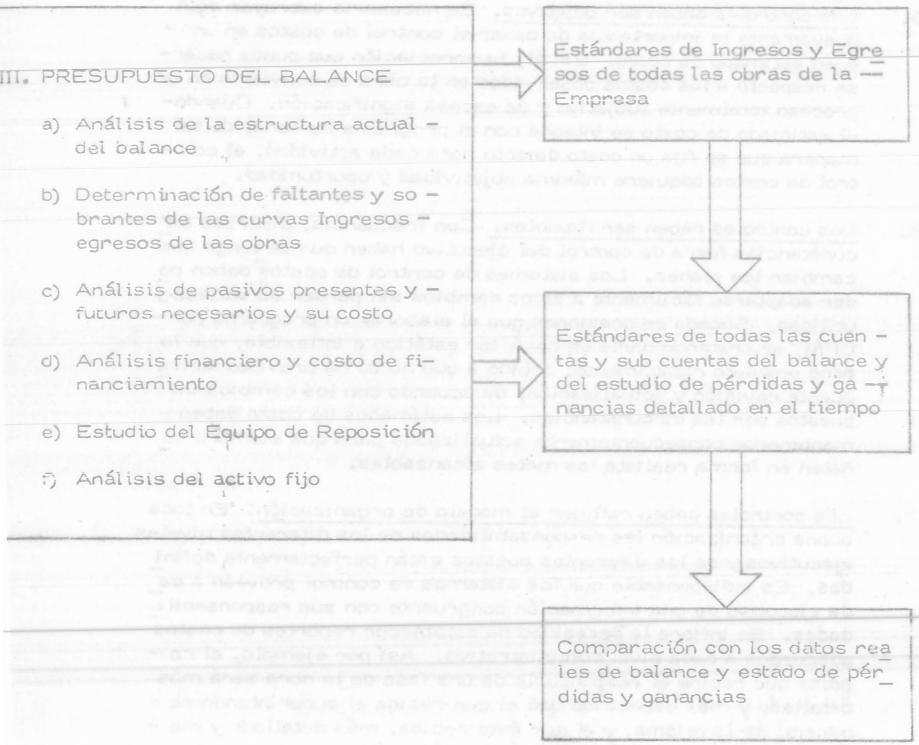
Los estándares deben modificarse y revisarse continuamente, ya que es muy frecuente que haya variaciones en el proyecto en las cantidades de obra y en los métodos de construcción que evidentemente modifican el estándar.

Para llevar adecuadamente el control de costos es indispensable que el ingeniero que hace uso de este control tenga conocimientos básicos de contabilidad, lo que le permitirá interpretar adecuadamente los resultados de las diferentes cuentas que tiene que supervisar.

Existen diferentes métodos para llevar el control de costos, que usan desde sistemas manuales hasta computadoras electrónica , en general el uso de computadoras está restringido a aquellas áreas de trabajo en donde se tenga una máquina cercana, ya que la transmisión de datos masivos por teléfono o radio no ha sido resuelta satisfactoriamente en México. Esto es muy importante ya que la información debe ser oportuna para que las decisiones que se tienen que tomar en base a esa información también lo sean.

660

El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:



661

Como en los casos anteriores desviaciones significativas originan de inmediato decisiones correctivas.

CORRECCION DE DESVIACIONES

El establecimiento de los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estándares es probablemente la etapa más importante de todo control.

Si el "aviso" no es oportuno y no llega rápidamente a la persona capaz de tomar las decisiones correctivas se pierden total o parcialmente las ventajas del control.

La empresa puede mejorar sistemas de construcción modificar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de sus actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, en función de los reportes de control devidamente evaluados.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de éstos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren

do entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de- procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones - que le competen.

9. Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en — forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los - datos de costos que el ejecutivo deba tadavía procesar y analizar para que adquieran significado.

10. Los controles deben indicar una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe con-- trol. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"CONTROL"

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

C O N T R O L .

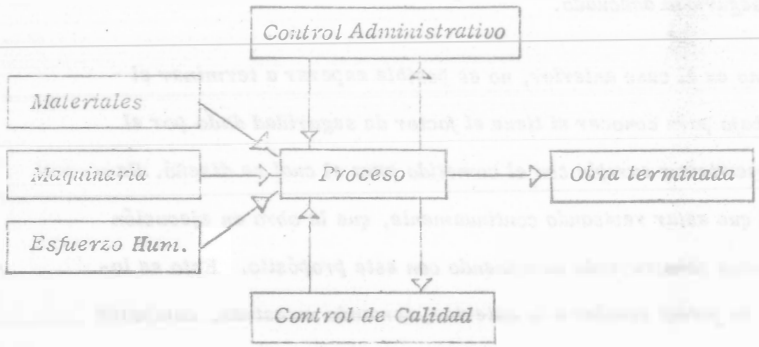
Cuando planeamos e iniciamos una obra, ¿ Cómo podremos estar seguros de que nuestra planeación funciona y las decisiones que - vamos tomando derivadas de esta planeación nos van encaminando al objetivo u objetivos?. Si tenemos que manejar un gran conjunto de variables y sus relaciones y limitaciones y además hemos -- hecho a un lado las variables no significativas escogidas a base de criterio, es fácil comprender que no podemos esperar al término de la obra para saber si nuestro objetivo se cumplió ó no. Será necesario revisar a lo largo del proceso si nuestro objetivo se - va cumpliendo. Esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado en lo planeado, en función del objetivo. Iríamos llevando costos y comparandolos con los planeados, analizando continuamente las diferencia, y cuando estas sean significativas habrá que revisar la planeación y desde luego si lo planeado se está realmente llevando a cabo. No basta planear; después de tomar decisiones habrá que comunicarlas y tener una organización para llevarlas a cabo. Si algo falla, lo planeado no coincidirá con lo ejecutado y tendremos que corregir. Esta revisión y actuación para corregir el proceso en función de los costos se denomina en construcción, Control Administrativo.

También será necesario, como hemos dicho ya, llevar a cabo la obra en tal forma que cumpla con su propósito y tenga el factor de seguridad adecuado.

Como en el caso anterior, no es posible esperar a terminar el - trabajo para conocer si tiene el factor de seguridad dado por el proyectista y cumple con el cometido para el cual se diseñó. Habrá que estar revisando continuamente, que la obra en ejecución se vaya construyendo cumpliendo con este propósito. Esto se logra en forma similar a lo anterior, tomando muestras, comparándolas con el estandar y si hay desviación significativa, influyendo en el proceso para corregir la desviación. Esto se le llama Control de Calidad.

En realidad estos dos controles constituyen un proceso en sí, capaz también de ser planeado, estos procesos se llaman de Con-- trol ó Retro-Alimentación. Este proceso lo que en realidad hace es tomar una muestra y someterla a una prueba y compararla con el estandar; si hay desviaciones significativas actúan sobre el proceso para corregir las desviaciones y acercar el producto al es-- tandar. Por esto se llama también de Retroalimentación, ya que actúa modificando el proceso principal.

Puede pues representarse la construcción con sus controles en la siguiente forma:



El Control es el Sistema de Alarma del Proceso Constructivo.

Un Sistema de Alarma avisa cuando algo no marcha de acuerdo con lo previsto.

Por ejemplo: Una alarma de alta temperatura de un motor, avisa cuando la temperatura alcanza un cierto límite.

El Control nos permite saber cuando, dentro del proceso constructivo los resultados no están de acuerdo con lo planeado.

Por esta razón:

Un buen control comienza con una buena planeación, que a su vez está en función de ciertos objetivos.

procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

2. Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta exageradamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

3. Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe también señalarse que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

4. Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquéllos en que lo logrado se aparta de las normas o planes establecidos. Los sistemas de programación por ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos-

y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuándo el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.

5. Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

6. Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.

7. Los controles deben reflejar el modelo de organización. En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.

8. Los controles deben ser económicos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecua -

CONTROL PRESUPUESTAL

El control presupuestal permite llevar el control de cantidades y costos al mismo tiempo, y desde luego permite tomar las decisiones que se requieran tanto en el área de producción como en otras áreas tales como compras, manejo financiero, cobranzas, etc.

Para poder llevar un control presupuestal se requieren los siguientes requisitos.

Un sistema de planeación que permita la elaboración de un presupuesto completo que servirá de estándar para el control.

Un sistema idóneo de contabilidad y costos de la empresa.

En general puede decirse que un sistema integrado de control presupuestal en una empresa de construcción tiene limitaciones e inconvenientes que algunas veces anulan a las indudables ventajas que tiene el sistema.

Entre los inconvenientes que presenta pueden mencionarse :

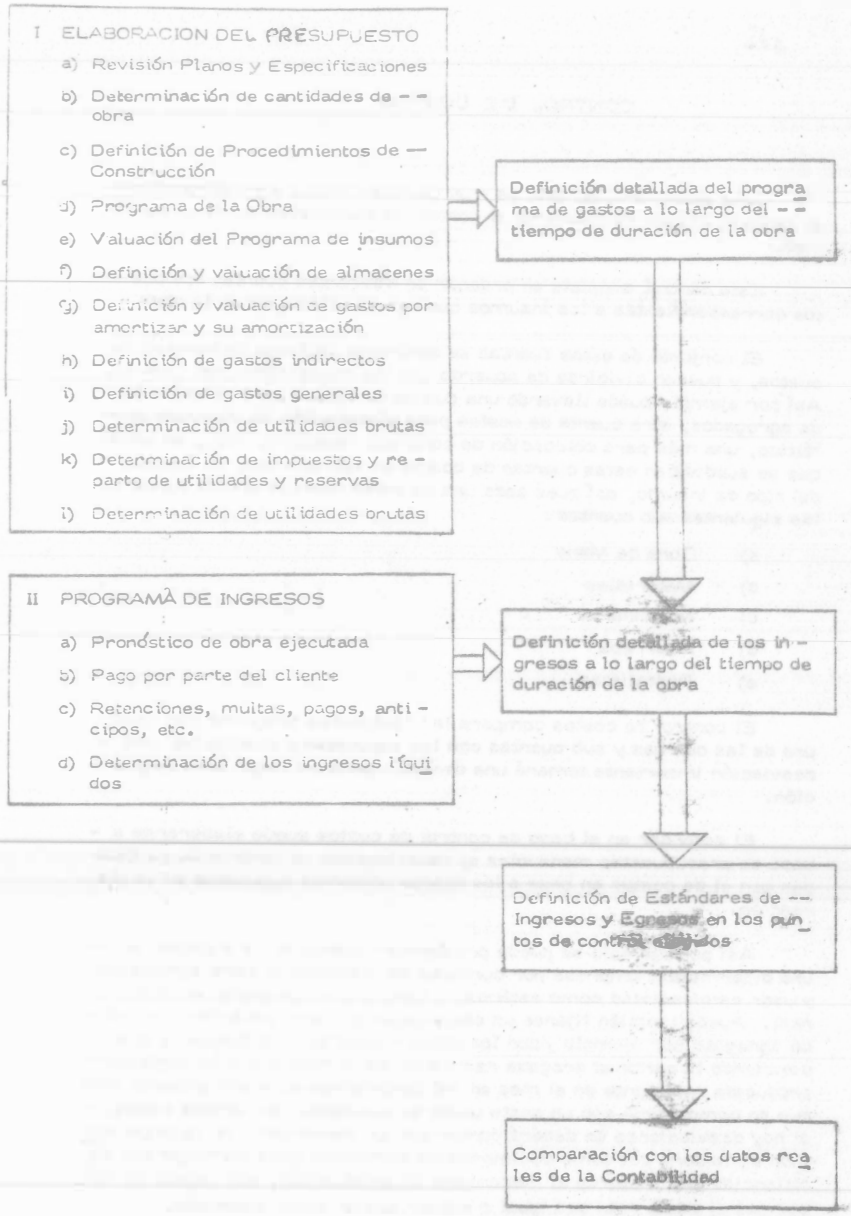
a) Los presupuestos deben modificarse contínuamente debido a las variaciones en programas y volúmenes que tienen la mayor parte de las obras de construcción en nuestro país.

b) Al implantar el sistema no se deben esperar resultados completos a corto plazo.

c) Existen obstáculos psicológicos importantes, pues el cambio de sistema significa una modificación en los hábitos del personal.

Existen gran número de procedimientos diferentes para llevar el control presupuestal, desde sistemas que se operan manualmente hasta los que hacen uso de las computadoras.

El control presupuestal a nivel de obra podría definirse como sigue:



Es muy común que al reporte de control se le añadan una serie de datos estadísticos que sirvan para tomar decisiones en caso de que exista alguna desviación.

Siguiendo el ejemplo de la planta de agregados el reporte debería contener aquellos datos que permitan conocer las causas de alguna posible desviación. Por ejemplo el número de horas paradas de la máquina por cualquier causa indicando dichas causas o no, demoras causadas por deficiencias en el suministro, deficiencias en el almacenamiento, fallas en el personal, etc.

Si todos estos datos se llevan a lo largo del trabajo esto permitirá que además de llevar el control y facilitarse las decisiones se pueda revisar periódicamente las causas de las demoras para poder, por ejemplo, replanear el proceso o si es conveniente, fijar estándares más altos en beneficio de la economía de la obra modificando el proceso completo, parte del proceso o simplemente aumentando el estándar en función de la experiencia acumulada si parece lo indicado.

En realidad el control es un proceso de retroalimentación, esteres, un sistema que toma muestras, las compara con el estándar y en caso de desviaciones significativas actúa sobre el proceso de producción para regresarlo a la producción planeada.

El reporte de control permite pues a los diferentes funcionarios que manejan el proceso tomar decisiones. Estas decisiones son de diferente tipo y podríamos dividirlas en dos :

a) Decisiones de Emergencia.

b) Decisiones Preventivas.

Como ejemplo de decisiones de emergencia podría mencionarse el hecho de que una máquina trituradora tenga problemas mecánicos y esto origine una producción inferior al estándar. Otro ejemplo sería que una máquina se descomponga por rotura de una pieza. En estos casos la decisión inmediata será proceder a la reparación.

Como ejemplo de decisión preventiva puede mencionarse la siguiente: las horas perdidas por descompostura de una máquina, tienen tendencia a aumentar. Analizando la causa pueden presentarse varios casos :

a) La máquina está fuera de la vida económica
b) El mantenimiento es defectuoso
c) La operación es defectuosa
d) Algún mecanismo de la obra tiene un efecto importante

El atacar este problema y tomar decisiones respecto a él sería una decisión preventiva si se toma antes de que ésta causa de demora provoque que la producción quede abajo del estándar.

Es costumbre que para poder tomar estas acciones preventivas se usen cartas de control, que indiquen en forma gráfica y durante lapsos grandes las variaciones reales del comportamiento de la producción, demoras, etc.

55.- Cuando aquellos a quienes se aplica un sistema de control sienten que éste constituye una amenaza para ellos, se dice que hay_____ _____. — percepción del peligro

56.- La percepción del_____ nace cuando se insiste en el castigo en vez de la ayuda y del apoyo para alcanzar las metas y/o los_____ _____cuando existe falta de confianza en las relaciones entre superior y subordinado, personal staff y de línea, etc. — peligro; objetivos

57.- Las amenazas y castigos, así como la falta de confianza o comunicación entre los jefes y los _____es lo que hace que aparezca la_____ _____y con ello la falta de_____ _____del deber. — subordinados; percepción del peligro; cumplimiento

58.- Se puede concluir que los sistemas de control tienden a provocar y a acentuar la conducta que tratan de evitar que es la falta de_____ _____la razón de ello es que las presiones para cumplir con el deber en una atmósfera de falta de ----- _____en las relaciones y de castigos hacen percibir el_____. — cumplimiento del deber; confianza; peligro

59.- Desgraciadamente la ausencia del peligro no garantiza el cumplimiento del_____. El cumplimiento del deber puede lograrse con sentido de dedicación a la causa. — deber

60.- Como ya vimos el objeto de todo control es lograr la determinación de un_____ o patrón para evaluar el trabajo. Entonces el éxito del control consiste en la determinación del nivel del estándar apropiado, ni muy alto porque puede ser inalcanzable y por ello_____ ni tan bajo que no se logran las metas y los ---- _____ organizacionales. — estándar; rechazados; objetivos

61.- Sin embargo la reacción favorable del individuo no estará determinada por la meta-objetivo en sí sino por la percepción que de ella tenga de acuerdo a sus sentimientos, necesidades y actitudes de ahí que el estudio de las Ciencias del_____humano son básicas en la administración. — comportamiento

62.- El cumplimiento del deber, según se dijo en el cuadro 59, se logra con sentido de_____ _____ a la causa y ello se logra cuando el individuo logre la_____ de las metas u objetivos. — dedicación; percepción

63.- Mayor será la_____ a la causa cuando más compatibles sean las_____ _____de la empresa con los sentimientos, inquietudes, aspiraciones y necesidades del hombre que en ella trabaja. — dedicación; metas objetivos

64.- Teniendo en mente estas ideas, se puede entrar al estudio de lo que está constituyendo el sistema de control moderno y que se basa en lograr una mayor_____ a alcanzar las metas y objetivos de la empresa. A este sistema se le conoce por sistema orgánico de control. — dedicación

65.- El sistema_____ de control viene siendo la forma de promover una mayor_____ a la causa de la empresa basado en la idea de que imponiendo a los demás determinados objetivos y normas atractivas se logra su aceptación. — orgánico; dedicación

66.- El establecimiento de los_____ y las_____ debe hacerse en base a una exploración conjunta y abierta de la realidad. -- Así la exposición y discusión de los criterios de la empresa para competir con éxito en cualquier ocasión son la base para el_____ de los objetivos y las normas. — objetivos; normas; establecimiento

67.- Esto puede parecer engorroso y lento, pero se basan en la convicción de que el tiempo empleado en lograr la identificación de los objetivos, actividad propia de la función_____ estará compensado de sobra con el tiempo que se ahorrará en la solución de problemas posteriores. — planeación

68.- Así definidos en forma concreta y conjunta todos los objetivos, metas y normas a seguir y por haber sido determinados con el concurso de todos los miembros de la empresa, teniendo en cuenta todos los puntos de vista y sugerencias, será(fácil/difícil)_____poderse dedicar por entero a la causa. — fácil

29.- Los reportes especiales de control son el cuarto dispositivo de _____. Estos _____ son los que investigan casos particulares en un tiempo y lugar definido.

control, reportes especiales

30.- De acuerdo a lo anterior estos reportes se realizan en forma (continua/no continua) _____ y por el hecho de referirse a situaciones particulares donde se presume existe alguna desviación, constituyen una aplicación directa del Principio de _____.

no continua

excepción

31.- Cuando se realizan investigaciones periódicas, sobre actividades generales se está utilizando el dispositivo de _____ de control. En cambio investigaciones acerca de los procedimientos, funcionamiento de un área específica de trabajo se usan para elaborar _____.

informes estadísticos

reportes especiales

32.- El último dispositivo de control mencionado es el de la _____ interna. Así por ejemplo cuando la central de adiestramiento del personal revisa las operaciones de las unidades suosidiarias se está llevando a cabo una _____.

auditoría

auditoría interna

33.- Los cinco _____ son: presupuesto, informes estadísticos de control, análisis del punto no pérdida-no ganancia, reportes especiales de control y auditoría interna.

dispositivos de control

34.- Los dos dispositivos que tienen que ver con los análisis monetarios, costos y flujo de fondos son: _____ y el _____.

presupuesto, análisis del punto no pérdida-no ganancia

35.- El dispositivo que se elabora en forma no continua y que está relacionado con el Principio de Excepción es el de _____ de control.

reportes especiales

36.- Los dispositivos que se realizan en áreas extensas y en forma más o menos periódica son: la _____ y los _____ de control.

auditoría interna, informes estadís

37.- Para que en toda empresa no se pierda la continuidad en el flujo de las actividades es necesario que se utilicen como forma de control, los _____ antes mencionados.

dispositivos

2.- SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROL DE LA ACTUACION HUMANA

38.- Los sistemas de control son aquellos que se utilizan para determinar si los objetivos y metas de la organización definidos en la función _____ se están ejecutando correctamente. Dichos sistemas se auxilian de los _____ de control para cumplir su cometido.

planeación

dispositivos

39.- El control centralizado es el _____ de control que se lleva a cabo en áreas específicas de una empresa. Así el control de presupuestos departamentales a cargo del staff de finanzas es lo que constituiría un _____.

sistema

control centralizado.

40.- El control personal es el que incluye el chequeo y correcciones que realiza un supervisor a un trabajador o grupo de ellos. Así el sistema de control que se realiza en áreas más específicas y es de primera línea primordialmente es el de control _____.

personal

41.- Los sistemas de _____ y control _____ son los que se deben ejercer de acuerdo a las teorías clásicas de la Administración. Es lógico pensar que los datos así obtenidos fluyen hasta (los niveles superiores/los niveles más bajos) _____.

control centralizado

personal

los niveles superiores

42.- El tercer sistema es el auto-control. El individuo que instituye cambios en sus propios métodos de trabajo con el fin de lograr mayor éxito está practicando el _____.

auto-control

642

EL CONTROL

1.- GENERALIDADES.

1.- Control es el proceso que determina que -- también se está llevando a cabo una actividad valorizándola y si es necesario aplicando las medidas correctivas apropiadas, de manera que la -- ejecución esté de acuerdo con lo planeado.

(sin respuesta)

2.- La comparación entre lo planeado y lo ejecutado es lo que constituye la base del_____ y la determinación del estándar o patrón que es- la esencia de dicha comparación, es el primer - paso a seguir.

control

3.- El control es pues, un_____que requiere de la determinación del_____, en primer lugar y después de la comparación el estándar planeado y el trabajo ejecutado y por -- último el de llevar a cabo la acción correctiva - en caso necesario.

proceso
estándar

4.- La identificación de los objetivos que se realiza en la función de la_____ norma el primer paso del control que consiste - en la_____de los_____.

planeación
determinación
estándares

5.- Entonces la definición de la cantidad de trabajo a realizar en una jornada, es lo que constituye la determinación de un_____para la valuación del desempeño del trabajador. La - definición de un modelo de comportamiento o acción es lo que constituye un estándar (sí/no)____.

estándar

sí

6.- La valorización de lo ejecutado y lo planeado, sería una etapa de la comparación entre el - estándar y lo que se está realizando. En caso de que exista una diferencia entre lo_____ y lo_____es cuando se debe tomar la_____.

planeado
ejecutado
acción carrectiva

7.- Principio de Control.- Para que un_____ sea efectivo debe cubrir y regular el funciona -- miento planeado. Es decir se debe buscar y lograr que la actividad se esté realizando de acuerdo con lo_____.

control

planeado

8.- Se analizarán en seguida los diferentes ti -- pos de modelos, patrones o como los hemos llamado _____que son más usados: Cantidad, Calidad, Uso del tiempo y Costo.

estándares

9.- La determinación del volumen medio esperado de producción, de acuerdo a la actuación de - los empleados más eficientes es lo que define un estándar de_____.

cantidad

10.- El especificar las sumas de dinero a gas -- tar en la adquisición de materias primas o publicidad es lo que implica un _____ _____.

estándar
de costo

11.- El establecimiento de un programa a seguir en la realización de ciertas actividades constituye la implantación de un estándar de_____ _____.

uso del
tiempo

12.- Por último, el definir las tolerancias que - se pueden especificar en la realización de las actividades que permiten lograr los objetivos organizacionales es lo que define un estándar de --- _____.

calidad

13.- Para poder comparar los resultados obtenidos se cuenta con los estándares de_____, _____, _____ y_____que nos indican si podremos o no lograr, por ese medio, los_____ de la empresa.

cantidad, calidad, uso del tiempo, costo
objetivos

14.- El establecimiento de puntos estratégicos - de control nos permite el lograr una mejor --- _____entre el estándar definido y lo que se está realizando. Cuando surgen diferencias en la comparación se dice que exis - te una excepción.

comparación

15.- El control administrativo es más fácil concentrando la atención sobre las excepciones o variaciones entre lo planeado y lo_____ _____es lo que nos dice el Principio de Excepción. Se puede decir que donde - el Principio de_____es válido, debemos colocar un punto_____ de control.

jecutado
realizado
excepción
estratégico

(665)

81 Puesto que deseamos maximizar el ingreso bruto, la solución óptima se encuentra en algún punto a lo largo de la línea YZX en la figura 4.4, y específicamente está en el punto Y, Z o X. Ningún punto dentro del área sombreada podría maximizar el ingreso bruto, porque todos estos puntos implican una capacidad ociosa innecesaria en el proceso 2 y 3.

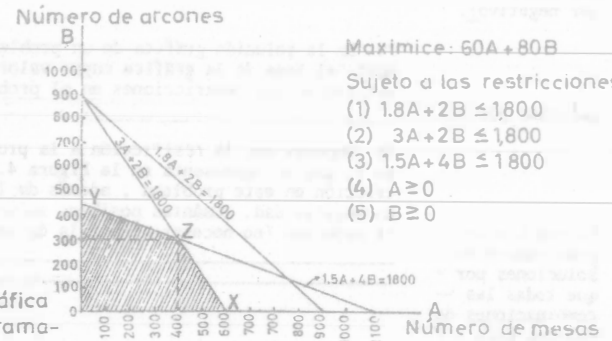


Figura 4.4, solución gráfica de un problema de programación lineal

82 Usando los datos de la Figura 4.4, complete la siguiente tabla.

Punto en la gráfica	Mesas No. Unidades	Ingreso por Unidad	arcones No. Unidades	Ingreso por unidad.	Ingreso total
Y	0	$ 60	$ 450	$ 80	$36,000
Z	---	$ 60	$ ---	$ 80	---
X	---	$ 60	$ ---	$ 80	---

400
300
$48,000
600
0
$36,000

83 La solución óptima a este problema, pues, es producir ___ (número) mesas y ___ (número) de arcones. A estos niveles de producción se satisfacen todas las restricciones y se --- maximiza el ingreso bruto. En la Figura 4.4 note que solo en el punto Z se encuentran las capacidades plenas de los -- procesos 2 y 3 totalmente utilizados.

400
300

84 En este ejemplo hemos tenido dos variables, A y b, y por lo tanto, una gráfica de dos dimensiones entró en la solución. Puesto que cada variable adicional añadiría otra dimensión a la gráfica, el método gráfico para solucionar un problema de programación lineal es útil cuando solo ___ (número) variables están implicadas en el problema.

dos (concebiblemente también podría construírse una gráfica de tres dimensiones)

(636)

85 Una técnica para solucionar problemas mas complejos de programación lineal es el método simple. Existen realmente diversas variaciones a la técnica, pero se aplica donde quiera que esté implicado un número ..... (pequeño/grande) de variables en el problema.

grande

86 La mezcla óptima de un producto en una planta capaz de producir 12 diferentes productos en 10 diferentes departamentos, con diferentes tiempos de producción, podría determinarse aplicando el método ___ para solucionar un problema de programación lineal.

simple

87 Una versión simplificada del método simple que fué desarrollada específicamente para problemas que implican el movimiento de productos de diversas fuentes a diversos destinos se le ha llamado el método de transporte. ¿se aplicaría esta técnica al tipo de problema de programación lineal que usamos para ilustrar el método gráfico?..... (sí/no).

no (puesto que el nuestro fue un problema de mezcla de un producto)

88 Suponga que tenemos cuatro fábricas que producen mercancía similar y surten almacenes que están geográficamente dispersos. El determinar que parte de la producción de cada fábrica se embarcaría a cada almacén podría hacerse usando el método de ___ para solucionar el problema de programación lineal.

transporte (también por medio del método simple más implicado.

89 De los tres métodos para solucionar problemas de programación lineal que hemos discutido, el mas complejo matemáticamente, es el método ___, el menos complejo es el método ___ mientras que el regularmente complejo es el método ___.

simple
gráfico
de transporte

REPASO

90 El primer paso en el análisis de la IO es la identificación y cuantificación de las ___ del sistema (Introducción, Sección A; Cuadros 5 a 7).

metas (u objetivos).

91 Después de la identificación y medida de las metas del sistema, se identifican las ___ que afectan el logro de las metas (Cuadros 8 a 9).

92 Habiendo identificado y cuantificado todas las metas y variables en una situación de tema de decisiones, el objetivo de la técnica de la IO es seleccionar o construír el ___ apropiado para representar el sistema de relaciones. (Cuadros 10 a 15).

modelo matemático.

631

D) UNA APLICACION ILUSTRATIVA DE LA PROGRAMACION LINEAL

Debido a la extensa aplicación de la programación lineal a las situaciones de toma de decisiones, en esta sección se da un ejemplo de su uso en un problema de producción.

60 Suponga que un fabricante de muebles se especializa en solo dos tipos de productos, mesas y arcones, a los que nos referimos como productos A y B, respectivamente. Con referencia a la Figura 4.2 ¿Cuál es el ingreso bruto asociado con la producción de cada unidad del producto A?_____

A, $ 60
B, $ 80

Del B?_____.

Productos.	Ingreso bruto por unidad.	Proceso 1: Corte I -- desbastado	Proceso 2: ensamble	Proceso 3: acabado
A mesas	$ 60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B arcones	$ 80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

Figura 4.2 Tiempos de proceso para los dos productos.

61 En la Figura 4.2 cada mesa implica 1.8 hrs. de corte y desvastado, 3 horas de ensamble y 1.5 horas de acabado, las cuales hacen un total de 6.3 horas. De manera semejante, cada arcón implica _____ horas de corte y desbastado, _____ horas de ensamble y _____ horas de acabado, las cuales hacen un total de _____ horas.

2
2
4
8

62 Suponiendo un mercado para tantas mesas o arcones como querámos producir, ¿ qué valor estamos tratando de optimizar a través de la aplicación de la programación lineal?_____

ingreso bruto (véase el siguiente cuadro).

63 En esta situación de toma de decisiones, pues, la solución óptima es ése nivel de producción para A y B que da por resultado el ingreso bruto más elevado. Con referencia a la figura 4.2, este objetivo puede establecerse en forma de una ecuación como : Maximice: 60A + _____ B;

80

donde A y B representan el número de unidades de cada producto que va a ser fabricado.

632

PRODUCTO	INGRESO BRUTO POR UNIDAD	PROCESO 1 CORTE I DESBASTADO	PROCESO 2 ENSAMBLE	PROCESO 3 ACABADO
A MESAS	$60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B ARCONES	$80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

64 Existen varias restricciones, sin embargo, que afectan la posible solución. Para los tres procesos de producción supondremos la disponibilidad de 1,800 horas de trabajo por mes. De esta manera, para el proceso 1 1.8A + 2B 1,800; esto es, las horas del proceso 1 dedicadas a producir unidades del producto A, más las horas dedicadas a producir el producto B, deberán ser iguales o menos que 1,800 horas por mes. En vista de esta restricción, ¿podemos planear el producir 500 mesas y 500 arcones por mes (haga referencia a la figura 4.2) (.....(sí/no) Por qué si o por qué nó?._____

no, el número total de hras. para el prodeso 1 será ---- igual a 1,900 hrs., lo cual viola, la restricción.

65 En vista de la restricción 1.8A + 2B 1,800, ¿podríamos planear el producir 900 arcones y ninguna mesa?.....(sí/no).

sí, la restricción no exige que fabriquemos ambos productos.

66 De manera similar, ¿ de qué manera establecería la restricción o coartación de tener solo 1,800 horas por mes disponibles para el proceso 2 (Refiérase a la figura 4.2)?

3A + 2B 1,800

_____ A + _____ B 1800

67 Establezca la restricción de las 1,800 horas para el proceso 3, en forma de una ecuacion._____

1.5A+4B 1800

68 Para este problema, hemos establecido el objetivo como:

25 Con 14 empleados ¿cuál es la calidad del servicio al cliente? Y=_____

98

26 Note que en la figura, con menos o mas de 14 empleados, la calidad del servicio al cliente.....,..... (aumenta/disminuye).

disminuye

27 Podría haberse obtenido la misma solución más rápidamente aplicando el cálculo diferencial. En la gráfica de la Figura 4.1, note que el valor de Y con respecto a los cambios en el valor de X aumenta y después disminuye. La solución óptima en este caso se encuentra en el punto donde el coeficiente de cambio para Y es cero, porque en este punto Y está en su valor .....(mínimo/máximo)

máximo

28 Para fines ilustrativos, la solución a este problema usando el cálculo diferencial, se presenta a continuación. Si usted no ha estudiado cálculo, no es necesario que muestre interés por esta solución.

$Y = 14X - 1/2X^2$ modelo matemático básico.

$dY/dX = 14 - X$ coeficiente de cambio de Y con respecto a X

$0 = 14 - X$ punto de optimatización donde el coeficiente de cambio o es igual a cero.

$X = 14$ Valor de X en el punto de optimatización.

29 Para nuestro ejemplo, la solución óptima fue la de lograr un valor máximo para Y, la meta. Dé un ejemplo de una meta para la cual queremos obtener el valor mínimo posible _____ _____.

cantidad de desperdicio, tiempo de espera, costo, etc.

30 De esta manera, la solución óptima puede ser la obtención de un _____ o un _____, dependiendo esto del tipo de meta implicada.

mínimo
máximo

31 El cálculo, la teoría de la probabilidad, teoría de las colas, la teoría de los juegos, el método Monte Carlo y la programación lineal están entre las técnicas matemáticas usadas para encontrar las soluciones_____en las situaciones de toma de decisiones.

óptimas

32 La aplicación de la teoría de la probabilidad es adecuada donde el valor de una o más variables en el modelo no pueden definitivamente especificarse, pero la probabilidad del valor en diversos niveles es (conocido/desconocido).... .....

conocido

33 Si un administrador sabe que "existe sólamente un 5 por ciento de probabilidades de que la demanda del consumidor en el mes de enero será menos de 20,000 unidades y más de 40,000 unidades", ¿se ha eliminado el riesgo en su toma de decisiones? .....(sí/no).

no

34 Si un administrador ha identificado las probabilidades específicas asociadas con los diversos eventos, puede actuar para .....(minimizar/maximizar) el riesgo total asociado con sus decisiones.

minimizar

3. En algunos casos, no solo puede asegurarse el grado de riesgo, sino también la ganancia esperada, o utilidad, asociada con cada _____.

decisión

36 De esta manera, la utilidad asociada con un evento particular, se determina no solo por la probabilidad con que ocurre, sino también por el valor de la _____asociada con su ocurrencia.

ganancia

37 En contraste con el uso de la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, se aplica a las situaciones de la línea de espera, como sucede cuando varios departamentos usan una computadora centralmente localizada. Existe también un costo implicado en la reducción o eliminación de las líneas de espera?.....(sí/no).

sí

38 Así pues, el balancear el costo de los cuellos de botella contra el costo de la baja capacidad, está implicado en el tipo de problema al que se aplica la teoría _____

de las colas

39 Una instalación que es muy pequeña origina altos costos por la espera de los clientes, mientras que una instalación demasiado grande origina altos costos debido al tiempo ocioso, la solución óptima a este tipo de problema es la que .....(minimiza/maximiza) la suma de los dos tipos de costo.

minimiza

40 ¿En qué área de la toma de decisiones podría aplicarse la teoría de las colas en un departamento de una tienda de auto-servicio?_____

determinado el número de anaqueles de existencias que deben surtirse.

41 En nuestro esfuerzo por lograr una solución óptima a los problemas organizacionales, hemos discutido mucho el uso de las tres técnicas matemáticas: _____, teoría de la _____ y _____

cálculo
probabilidad
teoría de las colas.

42 La teoría de los juegos es otra técnica usada para maximizar la ganancia esperada o para minimizar la pérdida esperada. En general, ¿la mayoría de los "juegos" se juegan contra oponentes? .....(sí/no).

sí

43 Como el nombre lo dice, la teoría de los juegos, es un método para el estudio de situaciones en las cuales dos competidores están motivados de manera semejante para maximizar ganancia y minimizar la pérdida, y el éxito de uno puede lograrse sólamente a costa del otro. Además de considerar su propia estrategia, la persona que va a tomar la decisión debe considerar también cuál será la estrategia de su _____

oponente.

Unidad 4

TECNICAS CUANTITATIVAS APLICADAS A LA TOMA DE DECISIONES

Tiempo 40 a 100 minutos.

En años recientes se han aplicado cada vez más las técnicas cuantitativas con el fín de mejorar la toma de decisiones -- administrativas. Intimamente relacionado con el desarrollo - de la investigación de operaciones, se ha alentado el uso de un punto de vista a nivel de sistema y en una toma de deci-- siones la cuantificación de todas las varibles que intervienen en la misma. En esta unidad introducimos los pasos in-- cluídos en la investigación de operaciones, damos un ejemplo de un modelo matemático, discutimos brevemente el uso de algunas técnicas matemáticas específicas y citamos un problema cuya solución implica la aplicación de la programación li--- neal.

A) INVESTIGACION DE OPERACIONES

La investigación de operaciones (IO), incluye algo más que - la aplicación de métodos matemáticos a las situaciones de to ma de decisiones, aunque los métodos matemáticos son, con mu cho, el "lenguaje" del enfoque. Existen diversos ingredientes o pasos que constituyen la IO. Estos son:

1 Una orientación a nivel de sistema o de empresa.

2 La identificación específica y la medición de las metas - del sistema.

3 Identificación específica y medición de todas las varia-- bles que afectan el logro de la meta.

4 Construcción de un modelo matemático para representar la- situación que se estudia.

1 En su enfoque a la toma de decisiones administrativas, la investigación de operaciones pone énfasis en el uso de un punto de vista a nivel de _____.

sistema

2 Dé un sinónimo de "sistema total", según se aplicaría en- una empresa: _____.

toda la empresa (o toda la organización etc).

3 Sobre esta base, ¿Crée usted que los estudios de la IO -- sean departamentales, esto es, dentro de departamentos particulares de una empresa o interdepartamentales? (Departamen-- tal/interdepartamental).....

4 Ciertamente, aunque se alienta un punto de vista a nivel de sistema, un problema particular puede implicar solo funciones específicas dentro de la empresa. De esta manera, - si se está estudiando un problema de inventario la empresa- (toda está/no está) necesariamente implicada.

No está

5 Una vez que un problema ha sido indentificado, la primera cosa que un investigador de operaciones debería hacer es identificar las _____ del proceso o actividad.

metas (u objetivos)

6 ¿Cual sería una meta de un almacén de drogas?_____

No agotar el surtido, inventario mínimo, mínimo deterioro, etc

7 De esta manera, un objetivo general de una empresa podría implicar diversas metas secundarias. Identificar sólamente- las metas no es suficiente, debemos también ser capaces de - _____ su logro.

medir (o cuantificar).

8 Después de la identificación de metas y la determinación de como deberían ser medidas, se identifican las _____ que afectan el logro de la meta en el proceso.

variables (factores etc)

9 Después de haber sido identificadas, debe determinarse también la manera como van a _____ estas variables.

medirse (o cuantificarse)

10 Después que han sido identificadas y cuantificadas las - metas y todas las variables, al estudiar el sistema de relaciones " se fija la etapa" entonces para la construcción o - elección del modelo _____ adecuado.

matemático

11 Un "buen" modelo matemático es el que cuidadosamente representa el patrón de relaciones en un sistema. Por lo tanto, la complejidad de las técnicas matemáticas usadas (indican/no indican).....necesariamente la -- "bondad" de un modelo.

no indican

12 ¿Cúal de las siguientes afirmaciones es la mejor? ..... a/b -

a/b

a. El modelo matemático debe ajustarse al problema.

b. El problema debe ajustarse al modelo matemático.

13 Por lo tanto, el uso consecuente que un analista hace de una técnica matemática particular, tal como la programación- lineal, con exclusión de otras técnicas, sugiere o que está- estudiando solo tipos particulares de actividades organiza-- cionales o que sus _____ _____ son a menudo inadecuados.

modelos matemáticos

14 Resumiendo los pasos en la IO, las _____ de las actividades se identifican y cuantifican en primer lugar, después se identifican y cuantifican las _____ que -- afectan el logro de las metas, y, finalmente, se elige o se- construye un _____ _____.

metas

variables

modelo matemático.

619

72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones perspicaces no puede surgir sin dedicar tiempo para adquirir y considerar el material de hechos. Esto sugiere el "tiempo para pensar", durante el cual no es obvio ningún progreso patente, ...(es/no es) tiempo gastado productivamente.

es

73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima la creatividad. La creatividad mejora cuando tal comportamiento es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado, y cuando está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión (etc)
tiempo

74 Después del diagnóstico y del descubrimiento de alternativas, la parte final del proceso de la _____ _____ es la del análisis el cual consiste en comparar los posibles cursos de acción y en escoger una de las alternativas.

toma de decisiones

75 En el grado en que un administrador basa sus decisiones en corazonadas o sentimientos internos, el proceso de la elección se basa en la intuición. En un enfoque totalmente intuitivo, la tercera fase de la toma de decisiones, la del _____ podría virtualmente estar ausente.

análisis

76 El hecho de que la base para la elección de una alternativa no esté claro, ni aún para la misma persona que va a tomar la decisión, es una debilidad o desventaja confiar en la _____ al tomar decisiones.

intuición

77 El enfoque típico para la fase de análisis de la toma de decisiones es el análisis de hechos. En este enfoque, las corazonadas asociadas con el enfoque _____ deberán ser específicamente identificadas o rechazadas en el proceso de la toma de decisiones.

intuitivo

78 El identificar y posiblemente enumerar las ventajas y desventajas relacionadas con cada una de las alternativas es un ejemplo del método del _____ _____.

análisis de hechos.

79 ¿Crée usted que sería útil cuantificar a menudo los diversos factores implicados en el análisis de hechos? .....(sí/no)

sí

80 Un método que confía en la cuantificación de todos los factores y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones es el de la investigación de operaciones. Algunas veces se hace referencia a éste usando las primeras letras de las dos palabras, esto es _____ _____.

I O

81 Una de las características de la investigación de operaciones para analizar las situaciones de toma de decisiones es la construcción de un modelo para la situación. De acuerdo con su interés en cuantificar todas las variables implicadas, el modelo usado en el enfoque de la I O es típicamente un modelo ..... (físico/matemático).

matemático

82 De esta manera, el enfoque de la investigación de operaciones pone énfasis de la importancia de identificar y cuantificar todas las variables implicadas en una situación de toma de decisión y -

construir un modelo _____ para representar la situación

matemático

REPASO

83 Antes de comenzar una actividad efectiva de planeación a cualquier nivel, deben identificarse los _____ organizacionales.

objetivos (o-metas)

(Introducción a la Unidad, Cuadro 1)

84 La planeación se define como la selección y definición de _____ para lograr los objetivos organizacionales

políticas
procedimientos
métodos

(Introducción a la Unidad)

85 Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras. Con base en el nivel organizacional de los administradores afectados, las políticas se describen como _____, _____ y _____.

básicas
generales
departamentales

(Cuadros del 1 al 12)

86 Por ejemplo, el tipo de política que se aplica a grandes secciones de una organización, pero no a la totalidad de ella, y que es de gran interés para los administradores medianos, es la política _____.

general

(Cuadros del al 8)

87 Existen también tres tipos de políticas basadas en la manera como se forman en la organización. Estas son políticas _____, _____ y _____.

creadas
solicitadas
impuestas

(Cuadro del 13 al 23)

88 Qué tipo de formulación de política indica que los administradores superiores no han anticipado con éxito las necesidades de política de la organización?. Política _____.

solicitada

(Cuadros 16 al 26)

89 La tercera clasificación de las políticas que discutimos se basa en el área de trabajo a la cual se aplican. Sobre esta base existen políticas de _____, _____, _____ y _____.

ventas
producción
finanzas
de personal

(Cuadros 27 al 36)

90 La decisión de rentar más que comprar mercados de ventas al

administrativo manera trabajo

minos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificación que se han discutido: El nivel _____, la _____ como se formó la política, y el área de _____ afectada.

38 El jefe de personal de una empresa ha informado a su superior que es incapaz de contratar cierto personal técnico en la comunidad local, y como resultado de esto el jefe de relaciones industriales decide que éste personal debe ser reclutado en una comunidad distante. Desde el punto de vista del nivel administrativo - ésta es una política _____, desde el punto de vista de la manera como se formó es una política _____ y desde el punto de vista del área de trabajo es una política de _____ _____.

general solicitada personal

básica creada ventas

39 Los administradores de nivel superior en una empresa deciden- concentrar sus esfuerzos comerciales en el campo del equipo electrónico. Esto puede describirse como una política _____. _____ y de _____.

departamental impuesta producción

40 Debido a las exigencias del contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar sólamente ciertos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándars de producción. Esto puede describirse como una política _____, _____ _____ y de _____.

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

Una declaración de procedimiento es mas específica que una declaración de política en que enumera la secuencia cronológica de pasos que deben tomarse para lograr un objetivo. Por otra parte, un método especifica cómo va a realizarse un paso del procedimiento.

procedimiento

41 Una descripción de cómo debe realizarse una serie de tareas, cuándo y por quién, normalmente se considera un _____

procedimiento

42 Las instrucciones específicas para atender órdenes de elaboración, que pueden incluír actividades en los departamentos de ventas, contabilidad y producción, son un ejemplo de un _____ especificado.

contratación

43 Haga referencia a la figura 3.1 para un ejemplo de un procedimiento. En este caso está implicado un proceso de _____

Figura 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TIPICO DE CONTRATACION.

FIGURA 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TIPICO DE CONTRATACION

1 Entrevista preliminar (eliminación de datos)
2 Solicitud
3 Verificacion de referencias
4 Prueba de aptitud
5 Entrevista de trabajo
6 Aprobación del supervisor
7 Examen médico
8 Orientacion

menos

44 Comparados con las políticas, los procedimientos permiten --- (más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método

45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo debe realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____

si

46 Es posible que un método implique a su departamento y a solo una persona en ese departamento (si/no).....

método procedimiento

47 La técnica especificada para usarse en la realización de una prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuencia de pasos en la función del empleo constituye un _____

mejoramiento de métodos

48 El método se refiere a la manera de realizar tareas específicas. Históricamente el reemplazo de métodos manuales por medios mecánicos ha sido un ejemplo popular del _____ _____

procedimientos

49 Desde un punto de vista mas amplio, el termino simplificación del trabajo se aplica a los esfuerzos por analizar una tarea particular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más eficiente y económica. Por lo tanto, la simplificación del trabajo puede aplicarse tanto a métodos como a _____

simplificación del trabajo

50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacionado, de manera muy importante, con la _____ _____

h

51 ¿Cual piensa usted que és mas probable, (a) que un cambio en un método particular originará un cambio en el procedimiento total, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la necesidad de un método particular?.....(a/b).

procedimientos

52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que ciertos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo deberá comenzar _____ un estudio de los (métodos/procedimiento)..... ntes.

611

Unidad 3

LA PLANEACION

Tiempo: 30 a 65 minutos.

La función de la planeación se compone de la selección y definición de las políticas, procedimientos y métodos necesarios para lograr los objetivos generales de la organización. Cada uno de estos "niveles" de la actividad de planeación se considera, en su momento en ésta unidad. Ya sea en el nivel en que se determinan las políticas, procedimientos o métodos, el proceso de la toma de decisiones es un componente esencial de la función de planeación. Por lo tanto, los factores de un diagnóstico efectivo, descubrimiento de alternativas y análisis de las situaciones de la toma de decisiones, se estudian en la última parte de esta unidad.

Puesto que las políticas, procedimientos y métodos deben formularse para que estén de acuerdo con los objetivos de la organización, se sigue que el primer paso en la función administrativa de la planeación es la identificación de estos objetivos. Para identificación de estos objetivos. Para identificar los objetivos de una empresa con la necesidad de obtener utilidades no es suficientemente específico. Por ejemplo, además de mantener el nivel de dividendos de los accionistas, la alta dirección de la empresa tendrá que ver con el desarrollo de nuevos productos, expansión de los mercados de ultramar, mantenimiento de empleos estables y promoción de las buenas relaciones públicas.

A) POLITICAS

Aunque son necesarios los objetivos para dirigir los esfuerzos individuales y los de grupo, en la organización, las políticas sirven para indicar la estrategia general por medio de la cual se lograrán estos objetivos. Las políticas se han clasificado con base en el nivel organizacional que afectan, la manera como se forman en la administración y ól área de trabajo a la cual se aplican.

1 Una empresa, puede tener el objetivo específico de lograr una penetración mayor en el mercado; atenerse a una competencia en los precios para lograr este objetivo, sería una _____ empresarial.

política

2 Las políticas se han definido como declaraciones generales o conocimientos que guían la toma de decisiones de los subordinados en los diversos departamentos de una empresa. ¿Es necesario que estas declaraciones se pongan por escrito a fin de que se consideren como políticas (sí/no).

no

612

decisiones

3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

nivel

4 Las políticas pueden clasificarse de diferentes maneras. Una clasificación útil está basada en el nivel organizacional de los administradores afectados. De esta manera, políticas básicas, generales y departamentales identifican el _____ organizacional de la aplicación de la política.

superior básica

5 Las políticas básicas que son de finalidades muy generales y que afectan a toda la organización las usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea).....

6 Una política de mercadeo para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____.

medio general

7 La política general, la cual es más específica, típicamente se aplica a grandes secciones de la organización pero ordinariamente no a toda ella. La usan generalmente los administradores de nivel..... (superior/medio/de primera línea)

8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____

de primera línea.

9 La política departamental es más específica por naturaleza y se aplica a las actividades diarias en el nivel departamental. La usan principalmente los administradores de nivel ..... (superior/medio/de primera línea).

departamental

10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____

básicas generales departamentales.

11 En resúmen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____ y _____.

medios de primera línea superior

12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales conciernen más a los administradores..... y las políticas básicas afectan más directamente a los administradores de nivel _____.

manera

13 Otra clasificación de políticas se basa en la manera en que se forman en la organización. La política creada, la política solicitada y la política impuesta, son tres tipos de política basados en la _____ como se han formado.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

FACULTAD DE INGENIERIA

U N A M

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

PLANEACION

ING. FERNANDO FAVELA L.

610

LA PLANEACION

Visto como una función administrativa, el proceso de planeación incluye la identificación de los objetivos organizacionales y - la selección de políticas, procedimientos y métodos diseñados - para lograr estos objetivos. En términos de la habilidad que - está implicada, la toma de decisiones, incluyendo la creativi-- dad, juega un papel importante para determinarl el éxito de la- planeación.

611

Unidad 3

LA PLANEACION

Tiempo: 30 a 65 minutos.

La función de la planeación se compone de la selección y definición de las políticas, procedimientos y métodos necesarios para lograr los objetivos generales de la organización. Cada uno de estos "niveles" de la actividad de planeación se considera, en su momento en ésta unidad. Ya sea en el nivel en que se determinan las políticas, procedimientos o métodos, el proceso de la toma de decisiones es un componente esencial de la función de planeación. Por lo tanto, los factores de un diagnóstico efectivo, descubrimiento de alternativas y análisis de las situaciones de la toma de decisiones, se estudian en la última parte de esta unidad.

Puesto que las políticas, procedimientos y métodos deben formularse para que estén de acuerdo con los objetivos de la organización, se sigue que el primer paso en la función administrativa de la planeación es la identificación de estos objetivos. Para identificación de estos objetivos. Para identificar los objetivos de una empresa con la necesidad de obtener utilidades no es suficientemente específico. Por ejemplo, además de mantener el nivel de dividendos de los accionistas, la alta dirección de la empresa tendrá que ver con el desarrollo de nuevos productos, expansión de los mercados de ultramar, mantenimiento de empleos estables y promoción de las buenas relaciones públicas.

A) POLITICAS

Aunque son necesarios los objetivos para dirigir los esfuerzos individuales y los de grupo, en la organización, las políticas sirven para indicar la estrategia general por medio de la cual se lograrán estos objetivos. Las políticas se han clasificado con base en el nivel organizacional que afectan, la manera como se forman en la administración y el área de trabajo a la cual se aplican.

1 Una empresa, puede tener el objetivo específico de lograr una penetración mayor en el mercado; atenerse a una competencia en los precios para lograr este objetivo, sería una _____ empresarial.

política

2 Las políticas se han definido como declaraciones generales o conocimientos que guían la toma de decisiones de los subordinados en los diversos departamentos de una empresa. ¿Es necesario que estas declaraciones se pongan por escrito a fin de que se consideren como políticas (sí/no).

no

612

decisiones

3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

nivel

4 Las políticas pueden clasificarse de diferentes maneras. Una clasificación útil está basada en el nivel organizacional de los administradores afectados. De esta manera, políticas básicas, generales y departamentales identifican el _____ organizacional de la aplicación de la política.

superior

básica

5 Las políticas básicas que son de finalidades muy generales y que afectan a toda la organización las usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea).....

6 Una política de mercadeo para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____.

medio

general

7 La política general, la cual es más específica, típicamente se aplica a grandes secciones de la organización pero ordinariamente no a toda ella. La usan generalmente los administradores de nivel..... (superior/medio/de primera línea)

8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____.

de primera línea.

departamental

básicas generales departamentales.

9 La política departamental es más específica por naturaleza y se aplica a las actividades diarias en el nivel departamental. La usan principalmente los administradores de nivel ..... (superior/medio/de primera línea).

10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____

11 En resúmen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____ y _____.

medios de primera línea superior

12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales conciernen más a los administradores..... y las políticas básicas afectan más directamente a los administradores de nivel _____.

manera

13 Otra clasificación de políticas se basa en la manera en que se forman en la organización. La política creada, la política solicitada y la política impuesta, son tres tipos de política basados en la _____ como se han formado.

14 La política creada es la iniciada por los administradores de una compañía con el fin de que les sirva de guía a ellos y a sus subordinados. Típicamente la relación entre la política creada y los objetivos organizacionales..... (están/no están) íntimamente ligados.

están

15 La decisión para promover la venta de contratos de servicio con venta de equipo, para asegurar que los clientes mantengan, de manera adecuada, el equipo, es un ejemplo de política _____.

creada

16 En comparación con una política creada, una política solicitada la formula el administrador de una compañía. La diferencia está en que ésta última se origina por la solicitud de un administrador a su superior, para resolver un caso excepcional; ésta es la base para que se le llame política _____

solicitada

17 Puesto que la política solicitada está basada en el manejo de casos individuales, el cual puede implicar circunstancias especiales, ¿existe algún peligro de que tal política sea incompleta, sin coordinación y quizás inconsistente? ..... (Sí/no).

si

18 Cuando no existe una política previamente especificada, un administrador pregunta a su jefe qué hacer -- con una cuenta por cobrar ya vencida. La decisión del superior constituye la formulación de una política ___ _____.

solicitada

19 Cuando los administradores se ocupan continuamente de la formulación de políticas solicitadas, es un indicio de que no se ha dado suficiente atención a la formulación del tipo de política que previamente discutimos, esto es la política _____.

creada

20 Las políticas impuestas son el resultado de una --- fuerza externa que presiona a la organización, tales como la acción gubernamental, de la asociación comercial o del sindicato. En general, la importancia de la política _____se ha ido aumentando en los últimos años,

impuesta

21 ¿Cree ud. que las políticas impuestas en la General Motors son similares a las de la Ford Motors Co.?..... ..... (sí/no).

sí (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato.

22 Una política de depreciación de equipo formulada debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza Aérea, es un ejemplo de política _____.

impuesta

23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____, _____, _____, e _____.

creada, solicitada, impuesta

24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política_____

impuesta

25 La política específicamente formulada para establecer guías necesarias para lograr los objetivos de la organización antes de que se presente cualquier problema se llama política_____.

creada

26 El tipo de política cuya abundancia indica una falta de atención administrativa apropiada para dar por anticipado las guías necesarias para tomar decisiones se llama política_____.

solicitada

27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discutir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción, finanzas y personal como las principales áreas de _____ en la empresa.

trabajo

28 Las políticas de ventas tienen que ver con decisiones tales como la selección del producto que va a fabricarse, su precio, su promoción de ventas y la selección de los canales de distribución Puesto que éstas son áreas interdependientes de toma de decisiones, la coordinación de estos esfuerzos .....(es/no es) esencial

es

29 La decisión para restringir la distribución de una cierta marca de cerveza a una área geográfica constituye una política de _____.

ventas

30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de producción, la compra del equipo de producción y los inventarios que deben mantenerse. Pueden formularse las políticas de producción sin tener en cuenta las políticas de ventas?.....(sí/no).

no

31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia de un mercado importante constituye una política de _____

producción

32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponibles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían) ..... afectar directamente todas las otras áreas de formulación de políticas.

podrían

33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio necesario para almacenes, es un ejemplo de política _____

financiera

34 Las políticas de personal tienen que ver con la selección del personal, desarrollo, compensación, desarrollo de una moral y con las relaciones sindicales. Es importante que estas políticas sean uniformes en toda la compañía? (sí/no).

sí

35 La decisión de que los solicitantes de empleo se inicien como aprendices, con base en las pruebas de habilidad, es un ejemplo de una política de _____.

personal

36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo que se han discutido son: _____, _____, _____ y _____.

Ventas
producción
finanzas
personal

37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en tér-

administrativo manera trabajo

minos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificación que se han discutido: El nivel _____, la _____ como se formó la política, y el área de _____ afectada.

38 El jefe de personal de una empresa ha informado a su superior que es incapaz de contratar cierto personal técnico en la comunidad local, y como resultado de esto el jefe de relaciones industriales decide que éste personal debe ser reclutado en una comunidad distante. Desde el punto de vista del nivel administrativo - ésta es una política _____, desde el punto de vista de la manera como se formó es una política _____ y desde el punto de vista del área de trabajo es una política de _____ _____.

general solicitada personal

básica creada ventas

39 Los administradores de nivel superior en una empresa deciden- concentrar sus esfuerzos comerciales en el campo del equipo electrónico. Esto puede describirse como una política _____. _____ y de _____.

departamental impuesta producción

40 Debido a las exigencias del contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar sólamente ciertos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándars de producción. Esto puede describirse como una política _____, _____ _____ y de _____.

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

Una declaración de procedimiento es mas específica que una declaración de política en que enumera la secuencia cronológica de pasos que deben tomarse para lograr un objetivo. Por otra parte, un método especifica cómo va a realizarse un paso del procedimiento.

procedimiento

41 Una descripción de cómo debe realizarse una serie de tareas, cuándo y por quién, normalmente se considera un _____

procedimiento

42 Las instrucciones específicas para atender órdenes de elaboración, que pueden incluír actividades en los departamentos de ventas, contabilidad y producción, son un ejemplo de un _____ especificado.

contratación

43 Haga referencia a la figura 3.1 para un ejemplo de un procedimiento. En este caso está implicado un proceso de _____

Figura 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TIPICO DE CONTRATACION.

FIGURA 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TIPICO DE CONTRATACION

1 Entrevista preliminar (eliminación de datos)
2 Solicitud
3 Verificacion de referencias
4 Prueba de aptitud
5 Entrevista de trabajo
6 Aprobación del supervisor
7 Exámen médico
8 Orientacion

menos

44 Comparados con las políticas, los procedimientos permiten --- (más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método

45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo debe realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____

si

46 Es posible que un método implique a su departamento y a solo una persona en ese departamento (si/no).....

método procedimiento

47 La técnica especificada para usarse en la realización de una prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuencia de pasos en la función del empleo constituye un _____

mejoramiento de metodos

48 El método se refiere a la manera de realizar tareas específicas. Históricamente el reemplazo de métodos manuales por medios mecánicos ha sido un ejemplo popular del _____ _____

procedimientos

49 Desde un punto de vista más amplio, el termino simplificación del trabajo se aplica a los esfuerzos por analizar una tarea particular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más eficiente y económica. Por lo tanto, la simplificacion del trabajo puede aplicarse tanto a métodos como a _____

simplificación del trabajo

50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacionado, de manera muy importante, con la _____ _____ _____.

h

51 ¿Cuál piensa usted que és mas probable, (a) que un cambio en un método particular originará un cambio en el procedimiento total, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la necesidad de un método particular?.....(a/b).

procedimientos

52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que ciertos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo deberá comenzar _____ un estudio de los (métodos/procedimiento)..... ntes.

53 A menos que la simplificación del trabajo sea en sí misma un procedimiento planeado, es más fácil lograr un mejoramiento y simplificación en los _____ que en los _____.

métodos
procedimientos

54 Por ejemplo, si comparamos con la simplificación del procedimiento de selección de personal, la cual tiene que ver con varios departamentos, un mejoramiento en el método de realizar una prueba de aptitud es ..... (más fácil/más difícil).

más fácil

55 En resúmen, en las secciones anteriores hemos descrito tres niveles de planeación que están relacionados con el logro de los objetivos organizacionales. Estos son la determinación de _____, _____ y _____.

políticas, procedimientos, métodos.

56 Una descripción cronológica de los pasos que hay que dar para lograr un objetivo, es un _____, mientras que la especificación de cómo debe darse un paso particular, es _____.

procedimiento
método

57 Los mejoramientos y la simplificación, tanto en los procedimientos como en los métodos se denominan _____ _____ _____.

simplificación del trabajo.

C) TOMA DE DECISIONES

La habilidad para tomar decisiones es la clave de una planeación exitosa en todos los niveles. Esto implica más que la selección de un plan de acción, porque al menos deben realizarse tres fases: Diagnóstico, descubrimiento de las alternativas y análisis, antes de que se haga una elección.

58 La secuencia de las actividades de la toma de decisiones es de una importancia considerable. El análisis exitoso depende del descubrimiento previo de _____ apropiadas mientras que esta fase, a su vez depende de un cuidadoso _____.

alternativas
diagnóstico

59 La función de la primera fase en la toma de decisiones, esto es el _____, es identificar y esclarecer un problema.

diagnóstico

60 Un diagnóstico cuidadoso depende de la definición de los objetivos organizacionales con los cuales se compara la situación presente. Esto está de acuerdo con nuestra observación previa de que los objetivos son el punto focal para la función de _____.

planeación

61 Después de identificar los _____ organizacionales, el diagnóstico implica la identificación de los principales obstáculos que impiden que se logren. Seguido esto, debe observarse que el describir un problema .... (sí/no) necesariamente

objetivos

¿e identifica los obstáculos,

62 Por ejemplo, el identificar un problema que implique la función del mercadeo está al nivel de la descripción, mientras que el localizar las fallas específicas en el sistema interno de comunicación de la empresa constituye una identificación de los _____ _____.

obstáculos

63 Además de definir los _____ organizacionales e identificar los principales _____, la fase de diagnóstico de la toma de decisiones ordinariamente implica el señalar los factores en la situación que no pueden cambiarse. ¿Esta acción tiende a aumentar o disminuir el número de posibles soluciones al problema? .....(aumentar/disminuir)

objetivos
obstáculos
disminuir

64 En la fase del diagnóstico de la toma de decisiones hay que tener cuidado para evitar "bloquear" las alternativas que de hecho son posibles. Por ejemplo, el ejecutivo de mercado que acepta el método actual para distribuir el producto, con un factor fijo, es .....(probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.

improbable

65 La primera fase del proceso de la toma de decisiones, que ya discutimos, es la del _____. Esta fase es seguida por el descubrimiento de cursos alternativos de acción.

diagnóstico
alternativos

66 Es en esta segunda fase de descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.

67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo? .....(sí/no)

sí

68 Dada la importancia de las diferencias individuales en la creatividad existen diversas variables organizacionales que afectan la posibilidad de la creatividad. Un factor obvio pero a menudo olvidado es que la recompensa al comportamiento creativo (lo hace/no lo hace) . que surja.

lo hace

69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de la _____ en sus subordinados.

creatividad

70 Otro factor íntimamente relacionado con la creatividad es el nivel de presión en el ambiente. Aunque cierta presión es estimulante, las investigaciones que se han realizado en este campo indican que la alta presión da como resultado un desorden en el comportamiento o a una manera rígida de actuar, ninguna de las cuales favorece la creatividad. De acuerdo con esto las personas que dentro de una organización trabajan a "alta presión son .....(más/menos) creativas, aunque pueden ser productivas.

menos

71 Comparando las organizaciones de investigación exitosas con las organizaciones de producción que han alcanzado el éxito, uno podría esperar encontrar menos énfasis en los programas diarios en las .....(primeras/últimas)..

primeras

619

72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones perspicaces no puede surgir sin dedicar tiempo para adquirir y considerar el material de hechos. Esto sugiere el "tiempo para pensar", durante el cual no es obvio ningún progreso patente, ...(es/no es) tiempo gastado productivamente.

es

73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima la creatividad. La creatividad mejora cuando tal comportamiento es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado, y cuando está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión (etc)
tiempo

74 Después del diagnóstico y del descubrimiento de alternativas, la parte final del proceso de la _____ es la del análisis el cual consiste en comparar los posibles cursos de acción y en escoger una de las alternativas.

toma de decisiones

75 En el grado en que un administrador basa sus decisiones en corazonadas o sentimientos internos, el proceso de la elección se basa en la intuición. En un enfoque totalmente intuitivo, la tercera fase de la toma de decisiones, la del _____ podría virtualmente estar ausente.

análisis

76 El hecho de que la base para la elección de una alternativa no esté claro, ni aún para la misma persona que va a tomar la decisión, es una debilidad o desventaja confiar en la _____ al tomar decisiones.

intuición

77 El enfoque típico para la fase de análisis de la toma de decisiones es el análisis de hechos. En este enfoque, las corazonadas asociadas con el enfoque _____ deberán ser específicamente identificadas o rechazadas en el proceso de la toma de decisiones.

intuitivo

78 El identificar y posiblemente enumerar las ventajas y desventajas relacionadas con cada una de las alternativas es un ejemplo del método del _____.

análisis de hechos.

79 ¿Crée usted que sería útil cuantificar a menudo los diversos factores implicados en el análisis de hechos? .....(sí/no)

sí

80 Un método que confía en la cuantificación de todos los factores y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones es el de la investigación de operaciones. Algunas veces se hace referencia a éste usando las primeras letras de las dos palabras, esto es _____ _____.

I O

81 Una de las características de la investigación de operaciones para analizar las situaciones de toma de decisiones es la construcción de un modelo para la situación. De acuerdo con su interés en cuantificar todas las variables implicadas, el modelo usado en el enfoque de la I O es típicamente un modelo ..... (físico/matemático).

matemático

82 De esta manera, el enfoque de la investigación de operaciones pone énfasis de la importancia de identificar y cuantificar todas las variables implicadas en una situación de toma de decisión y -

-29

matemático

Construir un modelo _____ para representar la situación

REPASO

objetivos (metes)

83 Antes de comenzar una actividad efectiva de planeación a cualquier nivel, deben identificarse los _____ organizacionales.

(Introducción a la Unidad, Cuadro 1)

políticas
procedimientos
métodos

84 La planeación se define como la selección y definición de _____ para lograr los objetivos organizacionales

(Introducción a la Unidad)

básicas
generales
departamentales

85 Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras. Con base en el nivel organizacional de los administradores afectados, las políticas se describen como _____

(Cuadros del 2 al 12)

general

86 Por ejemplo, el tipo de política que se aplica a grandes secciones de una organización, pero no a la totalidad de ella, y que es de gran interés para los administradores medianos, es la política _____.

(Cuadros del al 8)

creadas
solicitadas
impuestas

87 Existen también tres [illegible] políticas basadas en la manera como se forman en la organización. Estas son políticas _____

(Cuadro del 13 al 23)

solicitada

88 Qué tipo de formulación de política indica que los administradores superiores no han anticipado con éxito las necesidades de política de la organización?. Política _____.

(Cuadros 16 al 26)

ventas
producción
finanzas de
personal

89 La tercera clasificación de las políticas que discutimos se basa en el área de trabajo a la cual se aplican. Sobre esta base existen políticas de _____, _____, _____ y _____.

(Cuadros 27 al 36)

90 La decisión de rentar más que comprar mercados de ventas al

finanzas

menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____ _____.

(Cuadros del 32 al 33)

91 Cualquier política puede describirse desde el punto de vista de los tres sistemas de clasificación que hemos discutido. La - decisión de que todos los supervisores en la empresa deben ser - responsables del desarrollo de sus subordinados puede clasificar- se como política _____, _____ y __ _____

Departamental
creada
de personal

(Cuadros del 37 al 40)

92 Una descripción de cómo va a realizarse cada una de las series de tareas, cuándo se realizará y por quién debe ser realizada nor malmente está incluída en una declaración de un _____

procedimiento

(Cuadros del 41 al 44)

93 Por contraste, la especificación detallada de cómo se realiza un paso de un procedimiento es el establecimiento de un _____

método

(Cuadros del 45 al 57)

94 La selección de un plan de acción representa la culminación - del proceso de toma de decisiones. El proceso mismo está consti- tuído por tres partes, al menos: _____, _____ _____ y _____.

Diagnóstico
descubrimiento
de alternati-
vas
análisis

(Cuadros del 58 al 78)

95 Es en el descubrimiento de alternativas en el que adquiere - gran importancia la creatividad en la toma de decisiones. El com portamiento creativo surge con mas facilidad cuando se _____ _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y está dis ponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión
tiempo

(Cuadros del 76 al 78)

96 El análisis de hechos, el cual se base en la construcción de- un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la to- ma de decisiones denomínase _____ __ _____

investigación
de operacio--
nes (IO)

(Cuadros del 79 al 82)

PREGUNTAS PARA DISCUSION.

1 Al contestar a una pregunta, el presidente de una compañía dice "Mi único objetivo es obtener utilidades".
Comente la respuesta.

2 ¿De qué manera la planeación efectiva en el nivel departamental

en una organización depende de acontecimientos en los niveles su- periores de la organización?

3 Las políticas se han clasificado de varias maneras. Por qué - no se utiliza un sistema de clasificación más simple?

4 Considere la diferencia que existe entre el mejoramiento en -- los métodos y la simplificación del trabajo. ¿Por qué debe prefe rirse en la mayoría de los casos el segundo?

5 ¿Qué papel juega la creatividad en la planeación?

Unidad 4

TECNICAS CUANTITATIVAS APLICADAS A LA TOMA DE DECISIONES

Tiempo 40 a 100 minutos.

En años recientes se han aplicado cada vez más las técnicas cuantitativas con el fin de mejorar la toma de decisiones -- administrativas. Intimamente relacionado con el desarrollo - de la investigación de operaciones, se ha alentado el uso de un punto de vista a nivel de sistema y en una toma de deci-- siones la cuantificación de todas las varibles que intervienen en la misma. En esta unidad introducimos los pasos in-- cluídos en la investigación de operaciones, damos un ejemplo de un modelo matemático, discutimos brevemente el uso de algunas técnicas matemáticas específicas y citamos un problema cuya solución implica la aplicación de la programación li--- neal.

A) INVESTIGACION DE OPERACIONES

La investigación de operaciones (IO), incluye algo más que - la aplicación de métodos matemáticos a las situaciones de to ma de decisiones, aunque los métodos matemáticos son, con mu cho, el "lenguaje" del enfoque. Existen diversos ingredientes o pasos que constituyen la IO. Estos son:

1 Una orientación a nivel de sistema o de empresa.

2 La identificación específica y la medición de las metas - del sistema.

3 Identificación específica y medición de todas las varia-- bles que afectan el logro de la meta.

4 Construcción de un modelo matemático para representar la- situación que se estudia.

1 En su enfoque a la toma de decisiones administrativas, la investigación de operaciones pone énfasis en el uso de un punto de vista a nivel de _____.

sistema

2 Dé un sinónimo de "sistema total", según se aplicaría en- una empresa: _____.

toda la empresa (o toda la organización etc)

3 Sobre esta base, ¿Crée usted que los estudios de la IO -- sean departamentales, esto es, dentro de departamentos particulares de una empresa o interdepartamentales? (Departamen-- tal/interdepartamental).....

4 Ciertamente, aunque se alienta un punto de vista a nivel de sistema, un problema particular puede implicar solo funciones específicas dentro de la empresa. De esta manera, - si se está estudiando un problema de inventario la empresa- (toda está/no está) necesariamente implicada.

No está

5 Una vez que un problema ha sido indentificado, la primera cosa que un investigador de operaciones debería hacer es identificar las _____ del proceso o actividad.

metas(u objetivos)

6 ¿Cual sería una meta de un almacén de drogas?_____

No agotar el surtido, inventario mínimo, mínimo deterioro, etc

7 De esta manera, un objetivo general de una empresa podría implicar diversas metas secundarias. Identificar sólamente- las metas no es suficiente, debemos también ser capaces de - _____ su logro.

medir (o cuantificar).

8 Después de la identificación de metas y la determinación de como deberían ser medidas, se identifican las _____ que afectan el logro de la meta en el proceso.

variables (factores etc)

9 Después de haber sido identificadas, debe determinarse tam bién la manera como van a _____ estas variables.

medirse (o cuantificarse)

10 Después que han sido identificadas y cuantificadas las - metas y todas las variables, al estudiar el sistema de rela-- ciones " se fija la etapa" entonces para la construcción o - elección del modelo _____ adecuado.

matemático

11 Un "buen" modelo matemático es el que cuidadosamente representa el patrón de relaciones en un sistema. Por lo tanto, la complejidad de las técnicas matemáticas usadas (indican/no indican).....necesariamente la -- "bondad" de un modelo.

no indican

12 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor? ..... a/b

a/b

a. El modelo matemático debe ajustarse al problema.

b. El problema debe ajustarse al modelo matemático.

13 Por lo tanto, el uso consecuente que un analista hace de una técnica matemática particular, tal como la programación- lineal, con exclusión de otras técnicas, sugiere o que está- estudiando solo tipos particulares de actividades organiza-- cionales o que sus _____ _____ son a menudo inadecuados.

modelos matemáticos

14 Resumiendo los pasos en la IO, las _____ de las actividades se identifican y cuantifican en primer lugar, después se identifican y cuantifican las _____ que -- afectan el logro de las metas, y, finalmente, se elige o se- construye un _____ _____.

metas

variables

modelo matemático.

15 En general, ¿en cuál de las siguientes dos situaciones es más adecuada la aplicación de la investigación de operaciones? a/b.

a. Se va a tomar un gran número de decisiones que implican diferentes problemas.

b. Se va a tomar un gran número de decisiones en la misma área del problema.

b (puesto que un modelo matemático común estaría implicado en las diversas decisiones).

B) ILUSTRACION DE UN MODELO

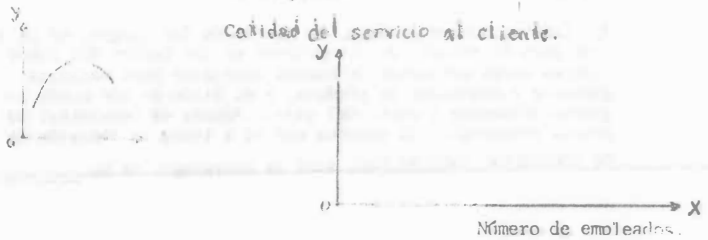
Un modelo matemático puede implicar el uso de cualquiera de las herramientas matemáticas o estadísticas de un grupo. Para hacer mas significativa nuestra discusión de los modelos matemáticos, en esta sección se ilustra un modelo algebráico que utiliza en su solución la técnica del cálculo diferencial. No es necesario saber cálculo para entender el papel que éste juega en el modelo.

16 Como ejemplo simplificado, suponga que la calidad promedio del servicio al cliente, en un departamento particular de una tienda, aumenta con el número de empleados solamente hasta un punto, y disminuye realmente. En este ejemplo, la calidad de servicio al cliente, el cual es una de las metas de la tienda ¿ de qué variable es una función? número de empleados.

17 Incidentalmente, ¿Puede dar una razón de por qué el servicio al cliente disminuye en un punto en el que se ha añadido personal? Calidad del servicio al cliente, quizás los empleados se ven muy complidados unos con otros en vez de atender a los clientes, (etc).

18 Suponiendo que hemos sido capaces de cuantificar la relación entre la variable y la meta, en este problema particular ilustre la forma geenreal de esta relación en la siguiente grafica.

Calidad del servicio al cliente.



19 Puede considerarse la gráfica anterior como un modelo simbólico de este problema. Suponga que ésta relación pueda representarse por la ecuación $Y=14X - 1/2 X^2$ La ecuación entonces es el modelo _____ que representa la situación que se está estudiando.

20 Haciendo referencia a la gráfica del cuadro 18, ¿qué representa X en la ecuación $Y= 14X - 1/2X^2$ _____.

21 Haciendo referencia a la gráfica del cuadro 18, ¿qué representa Y en la ecuación $Y = 14 X - 1/2X^2$ _____.

22 La solución óptima, o mejor, para éste problema simplificado es encontrar el valor de X del cual Y es un valor -- .....(mínimo/máximo). maximo

23 Una manera de encontrar el valor de X que da como resultado el máximo valor de Y, podría encontrarse tomando diferentes valores de X, y calculando el efecto en el valor de Y. Dado que $Y= 14X - 1/2X^2$, ¿Cuál es la calidad del servicio al cliente que está asociada con el hecho de tener seis personas en la tienda? Haga sus cálculos abajo.

$Y=14(5) - 1/2(6)^2$
$Y=84 - 1/2(36)$
$Y=84 - 18$
$Y=66$

24 Haga referencia a la Figura 4.1. La tabla y la gráfica indican el valor de Y asociado con cada valor de X. ¿aquél valor de X está Y maximizada?.

X= _____

Calidad del servicio al cliente.

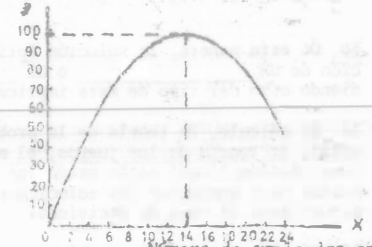


Figura 4.1. Representación gráfica y tabular de la ecuación

$Y = 14X - 1/2 X^2$

X=	2	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	
Y=	26	48	66	80	90	96	98	97.5	96	90	80	66	48	

25 Con 14 empleados ¿cuál es la calidad del servicio al cliente? Y=_____

98

26 Note que en la figura, con menos o mas de 14 empleados, la calidad del servicio al cliente..... (aumenta/disminuye).

disminuye

27 Podría haberse obtenido la misma solución más rápidamente aplicando el cálculo diferencial. En la gráfica de la Figura 4.1, note que el valor de Y con respecto a los cambios en el valor de X aumenta y después disminuye. La solución óptima en este caso se encuentra en el punto donde el coeficiente de cambio para Y es cero, porque en este punto Y está en su valor .....(mínimo/máximo)

máximo

28 Para fines ilustrativos, la solución a este problema usando el cálculo diferencial, se presenta a continuación. Si usted no ha estudiado cálculo, no es necesario que muestre interés por esta solución.

$Y = 14X - 1/2X^2$ modelo matemático básico.

$dY/dX = 14 - X$ coeficiente de cambio de Y con respecto a X

$0 = 14 - X$ punto de optimatización donde el coeficiente de cambio o es igual a cero.

$X = 14$ Valor de X en el punto de optimatización.

29 Para nuestro ejemplo, la solución óptima fue la de lograr un valor máximo para Y, la meta. Dé un ejemplo de una meta para la cual queremos obtener el valor mínimo posible _____

cantidad de desperdicio, tiempo de espera, costo, etc.

30 De esta manera, la solución óptima puede ser la obtención de un _____ o un _____, dependiendo esto del tipo de meta implicada.

mínimo
máximo

31 El cálculo, la teoría de la probabilidad, teoría de las colas, la teoría de los juegos, el método Monte Carlo y la programación lineal están entre las técnicas matemáticas usadas para encontrar las soluciones_____en las situaciones de toma de decisiones.

óptimas

32 La aplicación de la teoría de la probabilidad es adecuada donde el valor de una o más variables en el modelo no pueden definitivamente especificarse, pero la probabilidad del valor en diversos niveles es (conocido/desconocido).....

conocido

33 Si un administrador sabe que "existe sólamente un 5 por ciento de probabilidades de que la demanda del consumidor en el mes de enero será menos de 20,000 unidades y más de 40,000 unidades", ¿se ha eliminado el riesgo en su toma de decisiones? .....(sí/no).

no

34 Si un administrador ha identificado las probabilidades específicas asociadas con los diversos eventos, puede actuar para .....(minimizar/maximizar) el riesgo total asociado con sus decisiones.

minimizar

35 En algunos casos, no solo puede asegurarse el grado de riesgo, sino también la ganancia esperada, o utilidad, asociada con cada _____.

decisión

36 De esta manera, la utilidad asociada con un evento particular, se determina no solo por la probabilidad con que ocurre, sino también por el valor de la _____ asociada con su ocurrencia.

ganancia

37 En contraste con el uso de la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, se aplica a las situaciones de la línea de espera, como sucede cuando varios departamentos usan una computadora centralmente localizada. Existe también un costo implicado en la reducción o eliminación de las líneas de espera?.....(sí/no).

sí

38 Así pues, el balancear el costo de los cuellos de botella contra el costo de la baja capacidad, está implicado en el tipo de problema al que se aplica la teoría _____

de las colas

39 Una instalación que es muy pequeña origina altos costos por la espera de los clientes, mientras que una instalación demasiado grande origina altos costos debido al tiempo ocioso, la solución óptima a este tipo de problema es la que .....(minimiza/maximiza) la suma de los dos tipos de costo.

minimiza

40 ¿En qué área de la toma de decisiones podría aplicarse la teoría de las colas en un departamento de una tienda de auto-servicio?_____

determinado el número de anaqueles de existencias que deben surtirse.

41 En nuestro esfuerzo por lograr una solución óptima a los problemas organizacionales, hemos discutido mucho el uso de las tres técnicas matemáticas: _____, teoría de la _____ y _____

cálculo probabilidad teoría de las colas.

42 La teoría de los juegos es otra técnica usada para maximizar la ganancia esperada o para minimizar la pérdida esperada. En general, ¿la mayoría de los "juegos" se juegan contra oponentes? .....(si/no).

sí

43 Como el nombre lo dice, la teoría de los juegos, es un método para el estudio de situaciones en las cuales dos competidores están motivados de manera semejante para maximizar ganancia y minimizar la pérdida, y el éxito de uno puede lograrse sólamente a costa del otro. Además de considerar su propia estrategia, la persona que va a tomar la decisión debe considerar también cuál será la estrategia de su _____

oponente.

637

44 La determinación de la estrategia de precios y mercadeo de una tienda de departamentos, considerando la estrategia que se espera que use un competidor importante, será una situación de toma de decisiones en la que es adecuada la aplicación de la _____ __ ____ _____.

teoría de los juegos.

45 Por otra parte, el método Monte Carlo es útil para predecir el tiempo o frecuencia de los eventos dentro de un intervalo de tiempo particular. Para predecir el tiempo o frecuencia, ¿es necesario que conozcamos la probabilidad del evento que ocurre? .....(sí/no).

sí

46 Pero conocer la probabilidad de un evento no nos dice cuantas veces ocurrirá ese evento dentro de intervalos específicos de tiempo. Como lo dice el nombre de la técnica, el método _____ _____ supone que el espaciamiento particular de los eventos ocurrirán de manera casual.

Monte Carlo

47 Las primeras aplicaciones del método Monte Carlo incluyeron el uso de una ruleta modificada con el fin de clacular la _____ esperada de los eventos dentro de períodos específicos de tiempo. Recientemente se han usado para este fín tablas de números fortuitos y números fortuitos generados por computadoras.

frecuencia (o - tiempo, u ocurrencia.

48 En una tienda de departamentos, por ejemplo, podemos conocer el volumen promedio de ventas esperadas de cepillos de dientes, pero no las fluctuaciones (distribución) de la demanda del consumidor en una serie de semanas. La aplicación del método _____ _____ ___ sería adecuada a este problema.

Monte Carlo

49 Las cinco técnicas matemáticas que hemos discutido hasta aquí son _____, _____, _____, _____, y _____.

cálculo
teoría de la probabilidad
teoría de las colas.
teoría de los juegos.
El método Monte Carlo.

50 Finalmente, la programación lineal, que ha tenido una extensa aplicación en la investigación de operaciones, es útil cuando existen diversas variables relacionadas con el logro de una meta deseada; el problema es elegir la mejor combinación de valores para estas variables. Como el nombre lo dice, la relación entre cada una de estas variables y la meta debe ser (lineal/no lineal) esto es, un cambio constante en la variable da como resultado un cambio constante en el logro de la meta.

lineal

51 Por ejemplo, un fabricante de sombreros que desea determinar la cantidad de cada tipo de sombreros que va a fabricar de manera que el ingreso se maximice, puede intentar realizar un análisis matemático de un problema, usando la técnica de la ___ ___ _____.

programación lineal

638

52 Suponga que el fabricante de sombreros encuentra que el aumento de precios es progresivamente más pequeño a medida que se aumenta la producción de ese tipo de sombrero. Debido a la relación no lineal entre el volumen de producción y el ingreso, este problema (se presta/no se presta) para usar la programación lineal.

no se presta

53 A pesar de la restricción de que las relaciones deben ser _____, la programación lineal ha tenido una amplia aplicación en los problemas de producción, transportes e inventarios. Debido a esto, presentaremos un ejemplo de su aplicación, en la Sección D de esta unidad.

Lineales

54 A manera de resumen, repasemos la aplicación apropiada de los seis métodos matemáticos para la toma de decisiones que hemos discutido brevemente. El enfoque analítico que es apropiado cuando una persona va a tomar una decisión intenta maximizar su ganancia o minimizar sus pérdidas considerando la estrategia de un competidor juicioso es la _____ _____ __ _____ _____.

teoría de los juegos

55 En una compañía particular, se ha encontrado que el desarrollo del producto por dólar gastado en investigación y desarrollo aumenta primero y luego disminuye, esto es, que la relación es curvilineal. La técnica matemática que podría usarse para determinar el gasto óptimo de investigación y desarrollo en este caso es el _____.

cálculo

56 El problema para determinar cuántos reparadores de máquinas hay que solicitar para minimizar el costo combinado del tiempo ocioso de los reparadores y el tiempo ocioso de las máquinas se presta para usar la _____ ___ _____.

teoría de las colas.

57 Dada la situación en la cual cada uno de los números de rutas de transporte tiene una relación directa con el costo del transporte total, y en la que el objetivo es encontrar la combinación de rutas que minimice el costo total, la técnica matemática aplicable sería la de la _____.

programación lineal

58 Tomar una decisión para realizar una inversión, con base en la consideración, tanto en la ganancia posible asociada con cada elección como la probabilidad de esa ganancia implica la aplicación de la _____ ___ _____ _____.

teoría de la probabilidad.

59 Finalmente, dado el promedio esperado de vida de un cargamento de focos, desearíamos calcular (o simular) la distribución esperada en las fallas de los focos durante una serie de períodos de tiempo, para planear un programa de substituciones. La técnica apropiada en este caso sería el _____ _____ _____.

Método Monte Carlo

631

D) UNA APLICACION ILUSTRATIVA DE LA PROGRAMACION LINEAL

Debido a la extensa aplicación de la programación lineal a las situaciones de toma de decisiones, en esta sección se da un ejemplo de su uso en un problema de producción.

60 Suponga que un fabricante de muebles se especializa en solo dos tipos de productos, mesas y arcones, a los que nos referimos como productos A y B, respectivamente. Con referencia a la Figura 4.2 ¿Cuál es el ingreso bruto asociado con la producción de cada unidad del producto A? _____

A, $ 60
B, $ 80

Del B? _____.

Productos.	Ingreso bruto por unidad.	Proceso 1: Corte I -- desbastado	Proceso 2: ensamble	Proceso 3: acabado
A mesas	$ 60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B arcones	$ 80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

Figura 4.2 Tiempos de proceso para los dos productos.

61 En la Figura 4.2 cada mesa implica 1.8 hrs. de corte y desvastado, 3 horas de ensamble y 1.5 horas de acabado, las cuales hacen un total de 6.3 horas. De manera semejante, cada arcón implica _____ horas de corte y desbastado, _____ horas de ensamble y _____ horas de acabado, las cuales hacen un total de _____ horas.

2
2
4
8

62 Suponiendo un mercado para tantas mesas o arcones como querámos producir, ¿ qué valor estamos tratando de optimizar a través de la aplicación de la programación lineal? _____

ingreso bruto (véase el siguiente cuadro).

63 En esta situación de toma de decisiones, pues, la solución óptima es ése nivel de producción para A y B que da por resultado el ingreso bruto más elevado. Con referencia a la figura 4.2, este objetivo puede establecerse en forma de una ecuación como : Maximice: 60A + _____ B;
donde A y B representan el número de unidades de cada producto que va a ser fabricado.

80

633

PRODUCTO	INGRESO BRUTO POR UNIDAD	PROCESO 1 CORTE I DESBASTADO	PROCESO 2 ENSAMBLE	PROCESO 3 ACABADO
A MESAS	$60	1.8 hrs.	3.0 hrs.	1.5 hrs.
B ARCONES	$80	2.0 hrs.	2.0 hrs.	4.0 hrs.

64 Existen varias restricciones, sin embargo, que afectan la posible solución. Para los tres procesos de producción supondremos la disponibilidad de 1,800 horas de trabajo por mes. De esta manera, para el proceso 1 1.8A + 2B 1,800; esto es, las horas del proceso 1 dedicadas a producir unidades del producto A, más las horas dedicadas a producir el producto B, deberán ser iguales o menos que 1,800 horas por mes. En vista de esta restricción, ¿podemos planear el producir 500 mesas y 500 arcones por mes (haga referencia a la figura 4.2) (.....(sí/no) Por qué sí o por qué nó?. _____

no, el número total de hrs. para el prodeso 1 será ---- igual a 1,900 hrs., lo cual viola, la restricción.

65 En vista de la restricción 1.8A + 2B 1,800, ¿podríamos planear el producir 900 arcones y ninguna mesa?.....(sí/no).

sí, la restricción no exige que fabriquemos ambos productos.

66 De manera similar, ¿ de qué manera establecería la restricción o coartación de tener solo 1,800 horas por mes disponibles para el proceso 2 (Refierase a la figura 4.2)?

3A + 2B 1,800

_____ A + _____ B 1800

67 Establezca la restricción de las 1,800 horas para el proceso 3, en forma de una ecuacion. _____

1.5A+4B 1800

68 Para este problema, hemos establecido el objetivo como:

Maximice: 60 A + 80B

sujeto a las restricciones:

$$1.8A + 2B \leq 1,800$$
$$3A + 2B \leq 1,800$$
$$1.5A + 4B \leq 1,800$$

Existen otras restricciones impuestas en este problema?..... (sí/no).

sí (véase el siguiente cuadro.

69 Existe una categoría adicional de restricciones, que es obvia, que difícilmente pensamos en ella en estos términos. Esta restricción se refiere a que ni A ni B pueden tener valor negativo (lo cual es ciertamente imposible en la práctica, puesto que no podemos producir una cantidad negativa de algo), de manera que las cantidades de A y B que van a producirse deben ser = 0. Simbólicamente, la restricción de no negatividad para A es A=0, y para B es _____.

B=0

70 Procederemos ahora a solucionar este problema de programación lineal por el método gráfico. Existen otros métodos para encontrar la solución óptima, que considerarémos brevemente mas adelante. La solución gráfica es la ..... (menos/más) compleja.

menos

71 El primer paso en la solución gráfica de un problema de programación lineal es trazar las restricciones en la gráfica. La primera restricción, para el proceso 1, es 1.8A+2B 1,800. Si fueramos a producir sólamente mesas y a usar el total de 1,800 horas del proceso 1, ¿cuántas se fabricarían? _____ de manera semejante, ¿cuántos arcones se producirían si -- solo se fabricarán éstos? _____.

1,000
900

72 Haga referencia a la Figura 4.3. La línea en la gráfica representa la ecuación 1.8A _____
Note que los valores de A y B donde esta línea intercepta los dos ejes son iguales a los valores que hemos calculado en el cuadro anterior.

1.8A+2B 1,800

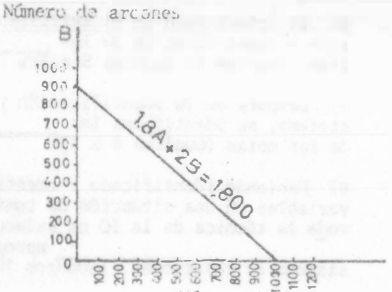


Figura 4.3 La representación gráfica de una restricción en la programación lineal.

Debido a las restricciones de no-negatividad para A y B (debido a que ni A ni B pueden tener un valor negativo).

73 Puesto que la restricción estableció "menos de cero A", el área de posible solución es el total del área sombreada abajo de la línea de restricción. ¿Por que el área de posible solución no se extiende más hacia abajo o a la izquierda de los dos ejes de la gráfica? _____

solución posible

74 En la solución gráfica de un problema de programación lineal, el área de la gráfica cuyos valores se conforman con o satisfacen las restricciones en el problema se llama área de _____ _____.

75 Suponga que la restricción a la producción para el proceso 1, que se representa en la Figura 4.3, fuera la única restricción en este problema, además de las restricciones de no negatividad. ¿Cuántas posibles soluciones habría para este problema (no necesariamente la óptima)? _____

Es posible un gran número de soluciones porque todas las combinaciones de valores para A y B en el área sombreada califican.

76 En lo que respecta a las restricciones de este problema está en el área de solución posible la decisión de no producir mesas y arcones.....(sí/no).

sí

77 Son posibles muchas soluciones, pero soluciones, pero solo existe una única solución óptima. Viendo de nuevo la Figura 4.2, y recordando que nuestro objetivo es el de maximizar 60A + 80B, ¿cuál es la solución óptima implicando solamente una restricción importante? Producir _____(número) mesas y _____(número) arcones.

0
900

78 Al nivel de producción de 900 arcones y ninguna mesa, el ingreso bruto que es $ _____, ha sido maximizado: esto es, que este plan de producción representa la solución _____ al problema con solo una restricción importante..

$72,000
óptima

79 Ciertamente, la solución que hemos discutido no es la solución final, porque sólamente se considero una restricción. Haga referencia a la Figura 4.4. Hemos incluído ahora las dos restricciones restantes en la gráfica. ¿Es ahora el área de posible solución más grande o más pequeña que antes de -- que añadieramos las dos restricciones restantes? ....(más grande/más pequeña).

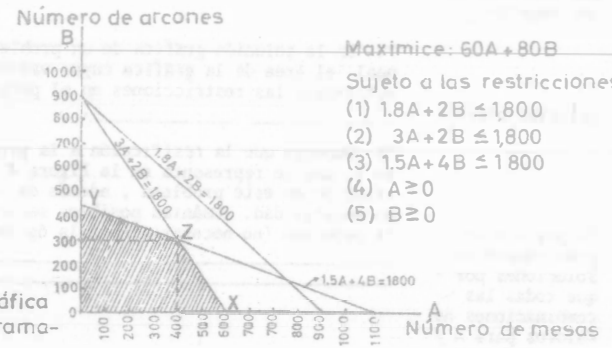
más pequeña

80 En la Figura 4.4, el área de posible solución es tal que posiblemente no podamos usar la totalidad de las 1,800 hrs.- para el proceso _____.

635

81 Puesto que deseamos maximizar el ingreso bruto, la solución óptima se encuentra en algún punto a lo largo de la línea YZX en la figura 4.4, y específicamente está en el punto Y, Z o X. Ningún punto dentro del área sombreada podría maximizar el ingreso bruto, porque todos estos puntos implican una capacidad ociosa innecesaria en el proceso_____ y_____

2
3



Maximice: 60A + 80B

Sujeto a las restricciones:

(1) $1.8A + 2B \leq 1{,}800$

(2) $3A + 2B \leq 1{,}800$

(3) $1.5A + 4B \leq 1800$

(4) $A \geq 0$

(5) $B \geq 0$

Figura 4.4, solución gráfica de un problema de programación lineal

82 Usando los datos de la Figura 4.4, complete la siguiente tabla.

Punto en la gráfica	Mesas No. Unidades	Ingreso por Unidad	arcones No. Unidades	Ingreso por unidad.	Ingreso total
450					
300					
$48,000					
600	Y	0	$ 60	$ 450	$ 80	$36,000
0	Z	---	$ 60	$ ---	$ 80	------
$36,000	X	--	$ 60	$ ---	$ 80	------

83 La solución óptima a este problema, pues, es producir___ (número) mesas y _____(número) de arcones. A estos niveles de producción se satisfacen todas las restricciones y se --- maximiza el ingreso bruto. En la Figura 4.4 note que solo en el punto Z se encuentran las capacidades plenas de los -- procesos 2 y 3 totalmente utilizados.

400
300

84 En este ejemplo hemos tenido dos variables, A y B, y por lo tanto, una gráfica de dos dimensiones entró en la solución. Puesto que cada variable adicional añadiría otra dimensión a la gráfica, el método gráfico para solucionar un problema de programación lineal es útil cuando solo _____(número) variables están implicadas en el problema.

dos (concebiblemente también podría construírse una gráfica de tres dimensiones)

636

85 Una técnica para solucionar problemas mas complejos de programación lineal es el método simple. Existen realmente diversas variaciones a la técnica, pero se aplica donde quiera que ésta implicado un número .....(pequeño/grande) de variables en el problema.

grande

86 La mezcla óptima de un producto en una planta capaz de producir 12 diferentes productos en 10 diferentes departamentos, con diferentes tiempos de producción, podría determinarse aplicando el método _____ para solucionar un problema de programación lineal.

simple

87 Una versión simplificada del método simple que fué desarrollada específicamente para problemas que implican el movimiento de productos de diversas fuentes a diversos destinos se le ha llamado el método de transporte. ¿se aplicaría esta técnica al tipo de problema de programación lineal que usamos para ilustrar el método gráfico?.....(sí/no).

no (puesto que el nuestro fue un problema de mezcla de un producto)

88 Suponga que tenemos cuatro fábricas que producen mercancía similar y surten almacenes que están geográficamente dispersos. El determinar que parte de la producción de cada fábrica se embarcaría a cada almacén podría hacerse usando el método de _____ para solucionar el problema de programación lineal.

transporte (también por medio del método simple más implicado.

89 De los tres métodos para solucionar problemas de programación lineal que hemos discutido, el mas complejo matemáticamente, es el método _____, el menos complejo es el método _____ mientras que el regularmente complejo es el método _____.

simple
gráfico
de transporte

REPASO

90 El primer paso en el análisis de la IO es la identificación y cuantificación de las _____del sistema (Introducción, Sección A; Cuadros 5 a 7).

metas (u objetivos).

91 Después de la identificación y medida de las metas del sistema, se identifican las _____que afectan el logro de las metas (Cuadros 8 a 9).

92 Habiendo identificado y cuantificado todas las metas y variables en una situación de tema de decisiones, el objetivo de la técnica de la IO es seleccionar o construír el _____ _____ apropiado para representar el sistema de relaciones. (Cuadros 10 a 15).

modelo matemático.

A nivel de todo el sistema.

93 En todos los aspectos, la orientación de la investigación de operaciones es (departamental/a nivel de todo el - sistema). (Cuadros 1 a 4).

Lo apropiado a la situación representativo de la manera como realmente interactuan las variables.

94 En general, sobre qué base se elige una técnica matemática para solucionar un problema de 10 .... (cuadros 16 a 30).

Teoría de las - Colas.

95 Considerando ahora las técnicas matemáticas específicas que hemos discutido, el método que es apropiado cuando los costos que están asociados con la capacidad ociosa deben ser balanceados contra los costos de espera, es el de la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 37 a 41, 56).

Cálculo.

96 El costo total de detectar la producción de baja calidad, disminuye primero y después aumenta, a medida que se añade personal a un departamento particular de inspección. El método matemático que podría usarse para encontrar el - punto del costo mínimo en este caso, es el _____ (Cuadros 27 a 30, 55).

Teoría de la probabilidad.

97 El administrador que adjunta cálculos cuantitativos - acerca de la probabilidad de varios eventos, como una ayuda para la toma de decisiones, está utilizando la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 31 a 36, 58).

Método Montecarlo.

98 Aunque conocemos la rotación promedio de los empleados, si queremos saber con anticipación cuántos empleados es probable que dejen la empresa durante una serie de períodos - cortos de tiempo, deberíamos intentar aplicar el _____ _____ _____ (Cuadros 45 a 49, 59).

Teoría de los -- Juegos.

99 La determinación de una estrategia para la toma de decisiones anticipándonos a lo que hará un competidor importante, implica el uso de la _____ ___ ___ _____ (Cuadros 42 a 44, 54).

Programación Lineal.

100 El método matemático que sería apropiado cuando queremos determinar cuantas unidades de cada uno de los productos de un grupo deberían fabricarse de manera de poder maximizar el ingreso, es el de la _____ _____ (Cuadros 50 a 53, 57, 60 a 89).

Restricciones.

101 El primer paso en la solución gráfica de un problema - de programación lineal, es trazar las _____ en la - gráfica que representa las cantidades de las dos variables. (Cuadros 60 a 72)

Solución Posible

102 El área en la gráfica cuyos valores satisfacen las restricciones en el problema se llama el área de la _____ _____. (Cuadros 73 a 77).

óptima

103 Dentro del área de la posible solución se escoge esa combinación de valores para las dos variables, lo cual da como- resultado la solución_____ _____. (Cuadros 78 a 89).

simple

104 Cuando estámos implicados en una situación de toma de - decisiones tal como la de determinar la mezcla de un producto, en la cual están implicadas mas de dos variables, el método _____ para resolver el problema de programación- lineal es más apropiado que la solución gráfica. (Cuadros 86, 86, 89).

transporte

105 Finalmente, una versión simplificada del método simple- que se puede aplicar a problemas tales como el de minimizar- los costos de embarques cuando están implicadas diversas fuentes y destinos, ha sido llamada método de _____ _____ (Cuadros 87 a 89).

PREGUNTAS PARA DISCUSION

1 ¿Qué relación existe entre la función administrativa de - planeación y el uso de las técnicas cuantitativas para la toma de decisiones?

2 Discuta los pasos principales incluidos en la investigación de operaciones. ¿Es importante la secuencia de estos pasos?.

3 ¿Para qué tipo de situaciones de toma de decisiones es posible y valiosa la construcción de un modelo matemático?

4 Dé ejemplos de problemas a los que podrían aplicarse con- propiedad: El cálculo, la teoría de la probabilidad, la teoría de las colas, la teoría de los juegos y método Monte Carlo.

5 Discuta la programación lineal desde el punto de vista de la suposición principal de esta técnica y el tipo de situaciones de toma de decisiones en que puede usarse.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

C O N T R O L

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

640

I N D I C E

		PAGINA
L.	INSTRUCCIONES	2
2.	EL CONTROL	3
3.	CONTROL DE CANTIDADES	14
4.	CONTROL DE COSTOS .	17
5.	CONTROL PRESUPUESTAL	19
6.	CORRECCION DE DESVIACIONES	22
7.-	REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS	22

INSTRUCCIONES

La primera parte de estos apuntes utiliza el sistema denominado EDUCACION PROGRAMADA. Rogamos al lector atender las siguientes instrucciones para obtener el mejor aprovechamiento :

1) Cubriendo la columna de la derecha con la tira que se anexa, lea cada uno de los temas.

2) Escriba la respuesta en el espacio marcado o en una hoja aparte, cuando así se requiera. (Es esencial que no se concrete usted a pensar la respuesta, DEBE ESCRIBIRLA).

3) Revise su respuesta, moviendo la tira hacia abajo, descubriendo la respuesta correcta en la columna de la derecha.

4) Si su respuesta es correcta pase al siguiente tema.

5) Si su respuesta no es correcta, lea el tema nuevamente y trate de comprender por qué está usted equivocado.

PROCEDIMIENTO

Cada tema deberá ser resuelto en orden. NO ALTERE EL ORDEN, a menos que así se le indique. Si tiene dificultad en un determinado punto debe regresar al lugar donde este punto apareció por primera vez y revisar los temas relacionados con él.

CONVENCIONES

_____ = Escriba la palabra solicitada.

_____ = Anote la letra que se requiere.

...(si/no) = Subraye o circule la alternativa correcta.

_____ = Escriba las palabras que se requieran.

( ) = Ponga el número correcto

642

EL CONTROL

1.- GENERALIDADES.

1.- Control es el proceso que determina que -- también se está llevando a cabo una actividad valorizándola y si es necesario aplicando las medidas correctivas apropiadas, de manera que la -- ejecución esté de acuerdo con lo planeado.

(sin respuesta)

2.- La comparación entre lo planeado y lo ejecutado es lo que constituye la base del_____ y la determinación del estándar o patrón que es la esencia de dicha comparación, es el primer - paso a seguir.

control

3.- El control es pues, un_____que requiere de la determinación del_____, en primer lugar y después de la comparación el estándar planeado y el trabajo ejecutado y por -- último el de llevar a cabo la acción correctiva - en caso necesario.

proceso
estándar

4.- La identificación de los objetivos que se realiza en la función de la_____ norma el primer paso del control que consiste - en la_____de los_____.

planeación
determinación
estándares

5.- Entonces la definición de la cantidad de trabajo a realizar en una jornada, es lo que constituye la determinación de un_____para la valuación del desempeño del trabajador. La - definición de un modelo de comportamiento o acción es lo que constituye un estándar (sí/no)____.

estándar

sí

6.- La valorización de lo ejecutado y lo planeado, sería una etapa de la comparación entre el - estándar y lo que se está realizando. En caso de que exista una diferencia entre lo_____ y lo_____es cuando se debe tomar la_____.

planeado
ejecutado
acción carrectiva

7.- Principio de Control.- Para que un_____ sea efectivo debe cubrir y regular el funciona -- miento planeado. Es decir se debe buscar y lograr que la actividad se esté realizando de acuerdo con lo_____.

control

planeado

643 4

8.- Se analizarán en seguida los diferentes ti -- pos de modelos, patrones o como los hemos llamado _____que son más usados: Cantidad, Calidad, Uso del tiempo y Costo.

estándares

9.- La determinación del volumen medio esperado de producción, de acuerdo a la actuación de - los empleados más eficientes es lo que define un estándar de_____.

cantidad

10.- El especificar las sumas de dinero a gas -- tar en la adquisición de materias primas o publicidad es lo que implica un _____ _____.

estándar
de costo

11.- El establecimiento de un programa a seguir en la realización de ciertas actividades constituye la implantación de un estándar de_____ _____.

uso del
tiempo

12.- Por último, el definir las tolerancias que - se pueden especificar en la realización de las actividades que permiten lograr los objetivos organizacionales es lo que define un estándar de --- _____.

calidad

13.- Para poder comparar los resultados obtenidos se cuenta con los estándares de_____, _____, _____ y_____que nos indican si podremos o no lograr, por ese medio, los_____ de la empresa.

cantidad, calidad, uso del tiempo, costo
objetivos

14.- El establecimiento de puntos estratégicos - de control nos permite el lograr una mejor --- _____entre el estándar definido y lo que se está realizando. Cuando surgen diferencias en la comparación se dice que exis - te una excepción.

comparación

15.- El control administrativo es más fácil concentrando la atención sobre las excepciones o variaciones entre lo planeado y lo_____ _____es lo que nos dice el Principio de Excepción. Se puede decir que donde - el Principio de_____es válido, debemos colocar un punto_____ de control.

ejecutado
realizado
excepción
estratégico

16.- Lo anterior significa que el esfuerzo control está dirigido a los lugares donde una ------ _____ tiene lugar, es decir en el - punto donde lo realizado no se conforma con el - _____ o patrón definido.

excepción
estándar

17.- En los sitios de excepción es donde se debe colocar un _____ de control y donde se debe aplicar el tercer paso del proceso control, es decir la toma de la acción _____.

punto estratégicc
correctiva

18.- La determinación de los sitios donde existe una _____ es básica para lograr un buen control, ya que el incluir todas las facetas de una empresa en él, consume demasiado - tiempo y esfuerzo, por lo que resulta muy costoso.

excepción

19.- El concentrar el control en _____ estratégicos ahorra tiempo y esfuerzo y es una práctica muy unida al Principio de _____. Cuando al comparar estándares y - funcionamiento no existe ninguna desviación o - _____ el control de esa actividad pasa a segundo término y solo requiere de - revisiones periódicas.

puntos
excepción
excepción

20.- En resumen: La _____ surge cuando al comparar el funcionamiento o resultados obtenidos y los _____ existe alguna diferencia y es el sitio donde debemos establecer un _____ de control y llevar a cabo la toma de la ------- _____ correctiva.

excepción
estándares
punto estratégic
acción

DISPOSITIVOS DE CONTROL.

21.- Una vez establecidos los estándares y que se han medido y comparado éstos con los resultados para poder llevar a cabo la acción _____ se utilizan varios _____ de control que son:

correctiva
dispositivos

Presupuesto
Informes estadísticos de control
Análisis del punto no pérdida-no ganancia
Reportes especiales de control
Auditoría interna

22.- El presupuesto es el _____ de control que se utiliza con más frecuencia. Cuando el presupuesto sirve para corregir y revisar el trabajo que se está ejecutando forma parte del proceso de _____ mientras que su determinación como recurso para el logro de objetivos lo hace parte del proceso de la función - _____.

dispositivo
control
planeación

23.- El presupuesto entonces es de gran importancia como dispositivo de _____ y como parte integrante del proceso de la _____. La definición del estándar costo es base común para coordinar las actividades de la empresa y forma parte del dispositivo _____ _____.

control
planeación
presupuesto

24.- El dispositivo que se basa en la determinación de los costos, es el de _____. Pero el dar importancia a la reducción de costos solamente, puede tener como consecuencia - que esto afecte al estándar (cantidad/calidad/uso del tiempo) _____.

presupuesto
calidad

25.- El segundo dispositivo de control consiste en la elaboración de reportes periódicos de las - actividades realizadas, con el fin de estudiar la historia de la marcha de la empresa y es lo que implican los _____.

informes estadísticos

26.- El hecho de que los informes _____ _____ de control sirvan de base para que se les compare con otros informes previos, significa que es importante que se elaboren en forma - (continua/no continua) _____.

estadísticos
continua

27.- El análisis del punto no pérdida no ganancia es otro de los _____ que más se usa. El uso de gráficas que muestran el porcentaje de utilización de una planta contra ingresos y gastos pueden utilizarse para el análisis del punto _____ _____.

dispositivos de control
no pérdida - no ganancia

28.- La determinación de las utilidades o pérdidas de la empresa, es otro ejemplo de lo que se puede lograr al utilizar el dispositivo de _____ _____ _____

análisis del - punto no pérdida no ganancia

29.- Los reportes especiales de control son el cuarto dispositivo de _____. Estos _____ son los que investigan casos particulares en un tiempo y lugar definido.

control, reportes especiales

30.- De acuerdo a lo anterior estos reportes se realizan en forma (continua/no continua) _____ y por el hecho de referirse a situaciones particulares donde se presume existe alguna desviación, constituyen una aplicación directa del Principio de _____.

no continua

excepción

31.- Cuando se realizan investigaciones periódicas, sobre actividades generales se está utilizando el dispositivo de _____ de control. En cambio investigaciones acerca de los procedimientos, funcionamiento de un área específica de trabajo se usan para elaborar _____.

informes estadísticos

reportes especiales

32.- El último dispositivo de control mencionado es el de la _____ interna. Así por ejemplo cuando la central de adiestramiento del personal revisa las operaciones de las unidades subsidiarias se está llevando a cabo una _____.

auditoría

auditoría interna

33.- Los cinco _____ son: presupuesto, informes estadísticos de control, análisis del punto no pérdida-no ganancia, reportes especiales de control y auditoría interna.

dispositivos de control

34.- Los dos dispositivos que tienen que ver con los análisis monetarios, costos y flujo de fondos son: _____ y el _____.

presupuesto, análisis del punto no pérdida-no ganancia

35.- El dispositivo que se elabora en forma no continua y que está relacionado con el Principio de Excepción es el de _____ de control.

reportes especiales

36.- Los dispositivos que se realizan en áreas extensas y en forma más o menos periódica son: la _____ y los _____ de control.

auditoría interna, informes estadís

37.- Para que en toda empresa no se pierda la continuidad en el flujo de las actividades es necesario que se utilicen como forma de control, los _____ antes mencionados.

dispositivos

2.- SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROL DE LA ACTUACION HUMANA

38.- Los sistemas de control son aquellos que se utilizan para determinar si los objetivos y metas de la organización definidos en la función _____ _____ se están ejecutando correctamente. Dichos sistemas se auxilian de los _____ _____ de control para cumplir su cometido.

planeación

dispositivos

39.- El control centralizado es el _____ de control que se lleva a cabo en áreas específicas de una empresa. Así el control de presupuestos departamentales a cargo del staff de finanzas es lo que constituiría un _____ _____.

sistema

control centralizado.

40.- El control personal es el que incluye el chequeo y correcciones que realiza un supervisor a un trabajador o grupo de ellos. Así el sistema de control que se realiza en áreas más específicas y es de primera línea primordialmente es el de control _____.

personal

41.- Los sistemas de _____ _____ y control _____ son los que se deben ejercer de acuerdo a las teorías clásicas de la Administración. Es lógico pensar que los datos así obtenidos fluyen hasta (los niveles superiores/los niveles más bajos) _____ _____.

control centralizado personal

los niveles superiores

42.- El tercer sistema es el auto-control. El individuo que instituye cambios en sus propios métodos de trabajo con el fin de lograr mayor éxito está practicando el _____.

auto-control

43.- La supervisión realizada por los niveles altos de la empresa sobre áreas extensas de trabajo es lo que implica un _____ control centralizado
_____. El perfeccionamiento del individuo debido a un supervisor que checa su trabajo constituye la meta a alcanzar del _____ control personal
_____. El deseo de superación personal, la automotivación y la iniciativa del individuo para ir perfeccionando sus métodos de trabajo son consecuencia del _____
_____. auto-control

44.- Desde el punto de vista de la Teoría y (unidad anterior) el sistema de control mejor es el _____. Según la Teoría X que establece que el hombre es incapaz de lograr nada por sí mismo, sería necesario el uso de los controles _____ y
_____. centralizado personal

45.- Porque fomenta el sentido de responsabilidad y brinda una cierta libertad en la elección de los métodos de trabajo y estrategias a seguir el sistema de control ideal sería el _____
_____. auto-control

CONSECUENCIA DE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

46.- El éxito de los _____ de control se basa, en que sean aceptados por los individuos a quienes se aplica. Por desgracia los estudios del comportamiento humano han demostrado que el hombre generalmente (acepta/rechaza), _____ los sistemas de control. sistemas rechaza

47.- Los sistemas de control producen en el hombre un rechazo que se traduce en un incumplimiento del deber. El _____ o resistencia a dichos sistemas se debe generalmente a las siguientes causas: rechazo

1) El control tiende a romper la imagen propia de la persona.

2) El no aceptar los objetivos de la empresa.

3) La creencia de que los estándares exigidos son demasiado altos.

4) No gustarle que se asigne el control a determinados grupos de la organización.

48.- El hecho de que la mayoría de los reportes o informes de control, acusan sólo las deficiencias en la actuación de la persona, hacen que sean (aceptados/rechazados) _____ rechazados
ya que tienden a _____ la imagen de la propia persona. romper

49.- Ahora suponiendo que el individuo acepta el control como un medio para corregir sus deficiencias es necesario, además, que los objetivos de los sistemas de control le hagan sentir que valen la pena. (sin respuesta)

50.- Así otra de las razones por las que se rechazan los sistemas de control es porque existe incompatibilidad entre los _____ objetivos
de la persona y los de la organización.

51.- Si un empleado siente que lo que le están exigiendo es cerca.ado para sus aptitudes o habilidades, puede deberse a que los _____ estándares
_____ son muy altos y por ello (admite/no admite) _____ no admite que se le controle.

52.- Por ejemplo la fijación de volúmenes de venta a un vendedor basados en su desempeño anterior es más fácilmente (aceptada/rechazada) _____ aceptada
_____ que si se aplica un volumen estándar sin tener en cuenta la experiencia.

53.- Se establecio que un individuo rechaza los _____ sistemas
_____ de control cuando no le gusta, que para tal efecto, hayan asignado a un determinado _____ grupo. Es de esperarse que un control ejercido por los mismos compañeros se (acepta/rechaza) _____ acepta
en tanto que un control proveniente de un staff de "afuera" sea aceptado/rechazado) _____ rechazado
_____.

54.- Se han visto hasta ahora, las razones por las que se _____ rechaza un sistema de control, que trae como consecuencia un incumplimiento del deber. Un individuo no cumple con su _____ deber ante la percepción del peligro.

55.- Cuando aquellos a quienes se aplica un sistema de control sienten que éste constituye una amenaza para ellos, se dice que hay_____ percepción del peligro
_____.

56.- La percepción del_____ nace cuando se insiste en el castigo en vez de la ayuda y del apoyo para alcanzar las metas y/o los_____ peligro objetivos
_____cuando existe falta de confianza en las relaciones entre superior y subordinado, personal staff y de línea, etc.

57.- Las amenazas y castigos, así como la falta de confianza o comunicación entre los jefes y los_____ subordinados
_____es lo que hace que aparezca la_____ percepción del peligro
_____y con ello la falta de_____ cumplimiento
_____del deber.

58.- Se puede concluir que los sistemas de control tienden a provocar y a acentuar la conducta que tratan de evitar que es la falta de_____ cumplimiento del deber
_____la razón de ello es que las presiones para cumplir con el deber en una atmósfera de falta de _____ confianza
_____en las relaciones y de castigos hacen percibir el_____ peligro.

59.- Desgraciadamente la ausencia del peligro no garantiza el cumplimiento del_____ deber.
El cumplimiento del deber puede lograrse con sentido de dedicación a la causa.

60.- Como ya vimos el objeto de todo control es lograr la determinación de un_____ estándar
o patrón para evaluar el trabajo. Entonces el éxito del control consiste en la determinación del nivel del estándar apropiado, ni muy alto porque puede ser inalcanzable y por ello_____ rechazados
ni tan bajo que no se logran las metas y los _____ objetivos
_____ organizacionales.

61.- Sin embargo la reacción favorable del individuo no estará determinada por la meta-objetivo en sí sino por la percepción que de ella tenga de acuerdo a sus sentimientos, necesidades y actitudes de ahí que el estudio de las Ciencias del_____ comportamiento
_____humano son básicas en la administración.

62.- El cumplimiento del deber, según se dijo en el cuadro 59, se logra con sentido de_____ dedicación
_____ a la causa y ello se logra cuando el individuo logre la_____ percepción
de las metas u objetivos.

63.- Mayor será la_____ a la causa cuando más compatibles sean las_____ dedicación
_____ metas
_____de la empresa objetivos
con los sentimientos, inquietudes, aspiraciones y necesidades del hombre que en ella trabaja.

64.- Teniendo en mente estas ideas, se puede entrar al estudio de lo que está constituyendo el sistema de control moderno y que se basa en lograr una mayor_____a alcanzar dedicación
las metas y objetivos de la empresa. A este sistema se le conoce por sistema orgánico de control.

65.- El sistema_____ de control viene siendo la forma de promover una mayor_____a la causa de la empresa basado en la idea de que imponiendo a los demás determinados objetivos y normas atractivas se logra su aceptación. orgánico dedicación

66.- El establecimiento de los_____ objetivos
y las_____debe hacerse en base a una normas
exploración conjunta y abierta de la realidad. -- Así la exposición y discusión de los criterios de la empresa para competir con éxito en cualquier ocasión son la base para el_____ establecimiento
de los objetivos y las normas.

67.- Esto puede parecer engorroso y lento, pero se basan en la convicción de que el tiempo empleado en lograr la identificación de los objetivos, actividad propia de la función_____ planeación
estará compensado de sobra con el tiempo que se ahorrará en la solución de problemas posteriores.

68.- Así definidos en forma concreta y conjunta todos los objetivos, metas y normas a seguir y por haber sido determinados con el concurso de todos los miembros de la empresa, teniendo en cuenta todos los puntos de vista y sugerencias, será(fácil/difícil)_____poderse dedicar por entero a la causa. fácil

69.- El sistema orgánico de control basado en - lo antes expuesto tendría una aplicación ------- (igual/muy distinta)_____ a los sistemas convencionales, ya que si se ha lo grado la entera_____al logro de los _____, lo primero, para- realizar un_____efectivo, será pro porcionar ayuda a los subsistemas (departamen- tos) en su esfuerzo por alcanzar los niveles acor dados en común.

muy distinta

dedicación

objetivos

control

70.- La función de las unidades administrativas en el sistema_____ será la de proporcionar a cada uno de los niveles de la empresa la información relativa a su fun-- cionamiento para que pueda utilizarla a este fin.

organico de control

71.- Así cada subsistema tendrá que dar cuenta de sus actividades al sistema inmediato superior, periódicamente indicando el desarrollo alcanzado, la exposición de los problemas encontrados y de los planes para resolverlos. Ello elimina la uti lización de grupos especiales de control que ha- cen (más caro/más barato)_____ el control.

más caro

72.- Con ello también se evita en gran parte la vigilancia directa, en el sentido estricto de la pa labra, ya que el problema no consiste en obtener un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a to - das las secciones a lograr los _____ propuestos.

objetivos

73.- Así el sistema_____ _____, motiva al empleado a ir corri giendo sus errores y a ejercer sobre sí mismo un _____control de sus movimientos. El auto-control es la mejor manera de responsabili zar al individuo y lograr el_____ de su deber y su mayor_____a tratar de alcanzar los objetivos de la empresa.

orgánico de control

auto

cumplimiento

dedicación

74.- El_____-control desarrollado en ba se al estudio de situaciones particulares, produc to, a su vez de las necesidades e inquietudes del individuo y que se ejerce por medio de informes de subsistemas al sistema superior, a base de - confianza y sinceridad es lo que constituye el -- _____ de control.

auto

sistema orgánico

CONTROL DE CANTIDADES

El controlar las cantidades es muy usual en la Industria de la -- Construcción. Conocida desde la planeación la cantidad de una obra de_ terminada por unidad de tiempo (hora, día, mes) que se requiere pro- ducir es muy fácil utilizar esa cantidad planeada como estándar. A -- medida que se desarrolla la obra pueden irse afinando los estándares.

En el proceso de planeación se determina primero un estándar-- ideal o teórico, esto es la cantidad de obra que puede producirse con - un 100% de eficiencia, luego se aplican factores producto de la expe -- riencia para llegar al estándar práctico, o de otra manera, si se tie-- nen datos estadísticos de obras anteriores con el mismo proceso pro - ductivo pueden tomarse estos datos para determinar los estándares rea les o prácticos.

Establecidos los estándares por unidad de tiempo se procede a - establecer los puntos de control; normalmente se van controlando las - cantidades por lapsos acordes con el control contable de la obra. Así pueden establecerse controles diarios, semanales o mensuales.

La ventaja de ligar el control de cantidades a la contabilidad de- costos es que se tendrán puntos de control iguales para cantidades y -- costos lo cual es muy útil puesto que la producción real en un determi_ nado plazo junto con el costo real nos dará el costo por unidad de obra ejecutada que es un dato que interesa primordialmente al constructor.

Otra característica del control de cantidades es que los puntos - de control son diferentes dependiendo del nivel jerárquico que toma de_ cisiones usando el control. Así por ejemplo en una planta de agrega-- dos el jefe de la planta recibe un informe de producción por turno, el - superintendente de pavimentación recibiría un informe condensado de - producción semanal y el superintendente general este mismo informe - pero mensual. Estos sucede desde luego si no hay desviaciones signi- ficativas. Si las hay el sistema de control debe ser capaz de alertar - hasta un nivel que pueda tomar las decisiones que corrijan aquellas fa_ llas del proceso que estaban provocando una falta de producción res -- pecto a los estándares.

Esto se hace en diferentes formas. El superintendente de pavi - mentación puede por ejemplo decirle al jefe de la planta que debe avi - sarle si la producción de cualquier turno de 8 hrs. es inferior en 10% al estándar por turno. El superintendente general podrá enterarse si la producción semanal es 10% inferior al estándar semanal. Esto des_ de luego facilita la operación organizada de control.

Es muy común que al reporte de control se le añadan una serie de datos estadísticos que sirvan para tomar decisiones en caso de que exista alguna desviación.

Siguiendo el ejemplo de la planta de agregados el reporte debería contener aquellos datos que permitan conocer las causas de alguna posible desviación. Por ejemplo el número de horas paradas de la máquina por cualquier causa indicando dichas causas o no, demoras causadas por deficiencias en el suministro, deficiencias en el almacenamiento, fallas en el personal, etc.

Si todos estos datos se llevan a lo largo del trabajo esto permitirá que además de llevar el control y facilitarse las decisiones se pueda revisar periódicamente las causas de las demoras para poder, por ejemplo, replanear el proceso o si es conveniente, fijar estándares más altos en beneficio de la economía de la obra modificando el proceso completo, parte del proceso o simplemente aumentando el estándar en función de la experiencia acumulada si parece lo indicado.

En realidad el control es un proceso de retroalimentación, esteses, un sistema que toma muestras, las compara con el estándar y en caso de desviaciones significativas actúa sobre el proceso de producción para regresarlo a la producción planeada.

El reporte de control permite pues a los diferentes funcionarios que manejan el proceso tomar decisiones. Estas decisiones son de diferente tipo y podríamos dividirlas en dos :

a) Decisiones de Emergencia.

b) Decisiones Preventivas.

Como ejemplo de decisiones de emergencia podría mencionarse el hecho de que una máquina trituradora tenga problemas mecánicos y esto origine una producción inferior al estándar. Otro ejemplo sería que una máquina se descomponga por rotura de una pieza. En estos casos la decisión inmediata será proceder a la reparación.

Como ejemplo de decisión preventiva puede mencionarse la siguiente: las horas perdidas por descompostura de una máquina, tienen tendencia a aumentar. Analizando la causa pueden presentarse varios casos :

a) La máquina está fuera de la vida económica

b) El mantenimiento es defectuoso

c) La operación es defectuosa

d) Algún mecanismo de la obra tiene un efecto importante

El atacar este problema y tomar decisiones respecto a él sería una decisión preventiva si se toma antes de que ésta causa de demora provoque que la producción quede abajo del estándar.

Es costumbre que para poder tomar estas acciones preventivas se usen cartas de control, que indiquen en forma gráfica y durante lapsos grandes las variaciones reales del comportamiento de la producción, demoras, etc.

CONTROL DE COSTOS

Este sistema de control es muy usual en lo que a construcción se refiere, ligado íntimamente al control de cantidades como ya se indicó.

Este control consiste en ordenar en diferentes cuentas los costos correspondientes a los insumos que se van utilizando en la obra.

El conjunto de estas cuentas se denomina catálogo de cuentas de costos, y pueden dividirse de acuerdo con las necesidades del control. Así por ejemplo puede llevarse una cuenta de costos para producción de agregados, otra cuenta de costos para elaboración de concreto asfáltico, una más para colocación de concreto revestido, etc., es usual que se subdividan estas cuentas de costos en sub cuentas, en función del tipo de insumo, así pues cada una de estas cuentas podría llevar las siguientes sub cuentas :

a) Mano de Obra
b) Materiales
c) Maquinaria
d) Acarreos
e) Destajistas

El control de costos compara las cantidades erogadas por cada una de las cuentas y sub cuentas con las supuestas y cuando hay una desviación importante tomará una decisión para corregir esta desviación.

El estándar en el caso de control de costos puede elaborarse a base de presupuestos mensuales o, relacionando un control de cantidades con el de costos en base a los costos unitarios supuestos en la planeación.

Así por ejemplo se puede presuponer cuánto se va a gastar en una determinada empresa por concepto de maquinaria para agregados, y usar esta cantidad como estándar y contra ella comparar el costo real. Puede también fijarse un costo unitario como estándar por m3 de agregado por ejemplo y con los datos reales de cantidades de costos dividiendo la cantidad erogada realmente en el mes entre la cantidad producida realmente en el mes en m3 tendríamos el costo unitario real que se compararía con un costo unitario supuesto. En ambos casos, si hay desviaciones se deberá contar con un mecanismo en la organización de la obra que tome decisiones de inmediato para corregir las deficiencias que presente el mecanismo de producción, con objeto de hacer que el costo real sea igual o menor que un costo estimado.

La información del control de costos se puede presentar en base a listados que nos indican las cantidades realmente erogadas en cada una de las cuentas y sub cuentas, se puede presentar en gráficas, o pueden presentarse exclusivamente aquellos costos que se disparan del presupuesto (control por excepción).

Como se puede ver estas cuentas de costos pueden sofisticarse y pueden ampliarse hasta llegar a un control muy detallado. La experiencia en construcción indica que es muy difícil llegar a un gran detalle ya que normalmente en los datos de campo se originan errores que hacen inutil este control tan detallado. Es más frecuente que se tengan cuentas por actividades generales y en caso de tener que tomar una decisión se hace un análisis de detalle de esa cuenta particular dividiéndola con el criterio del ingeniero en sub cuentas.

La contabilidad de costos implica una buena organización contable de la obra, ya que esta contabilidad de costos deberá estar ligada a la contabilidad general de la empresa para que dé siempre datos reales.

Desde luego se deberán llevar cuentas de los costos directos, así como de indirectos y gastos generales de la empresa con objeto de tener siempre un panorama completo y tomar decisiones que conduzcan a la obra y a la empresa al objetivo cuantitativo predefinido.

Los estándares deben modificarse y revisarse continuamente, ya que es muy frecuente que haya variaciones en el proyecto en las cantidades de obra y en los métodos de construcción que evidentemente modifican el estándar.

Para llevar adecuadamente el control de costos es indispensable que el ingeniero que hace uso de este control tenga conocimientos básicos de contabilidad, lo que le permitirá interpretar adecuadamente los resultados de las diferentes cuentas que tiene que supervisar.

Existen diferentes métodos para llevar el control de costos, que usan desde sistemas manuales hasta computadoras electrónicas, en general el uso de computadoras está restringido a aquellas áreas de trabajo en donde se tenga una máquina cercana, ya que la transmisión de datos masivos por teléfono o radio no ha sido resuelta satisfactoriamente en México. Esto es muy importante ya que la información debe ser oportuna para que las decisiones que se tienen que tomar en base a esa información también lo sean.

CONTROL PRESUPUESTAL

El control presupuestal permite llevar el control de cantidades y costos al mismo tiempo, y desde luego permite tomar las decisiones que se requieran tanto en el área de producción como en otras áreas tales como compras, manejo financiero, cobranzas, etc.

Para poder llevar un control presupuestal se requieren los siguientes requisitos.

Un sistema de planeación que permita la elaboración de un presupuesto completo que servirá de estándar para el control.

Un sistema idóneo de contabilidad y costos de la empresa.

En general puede decirse que un sistema integrado de control presupuestal en una empresa de construcción tiene limitaciones e inconvenientes que algunas veces anulan a las indudables ventajas que tiene el sistema.

Entre los inconvenientes que presenta pueden mencionarse :

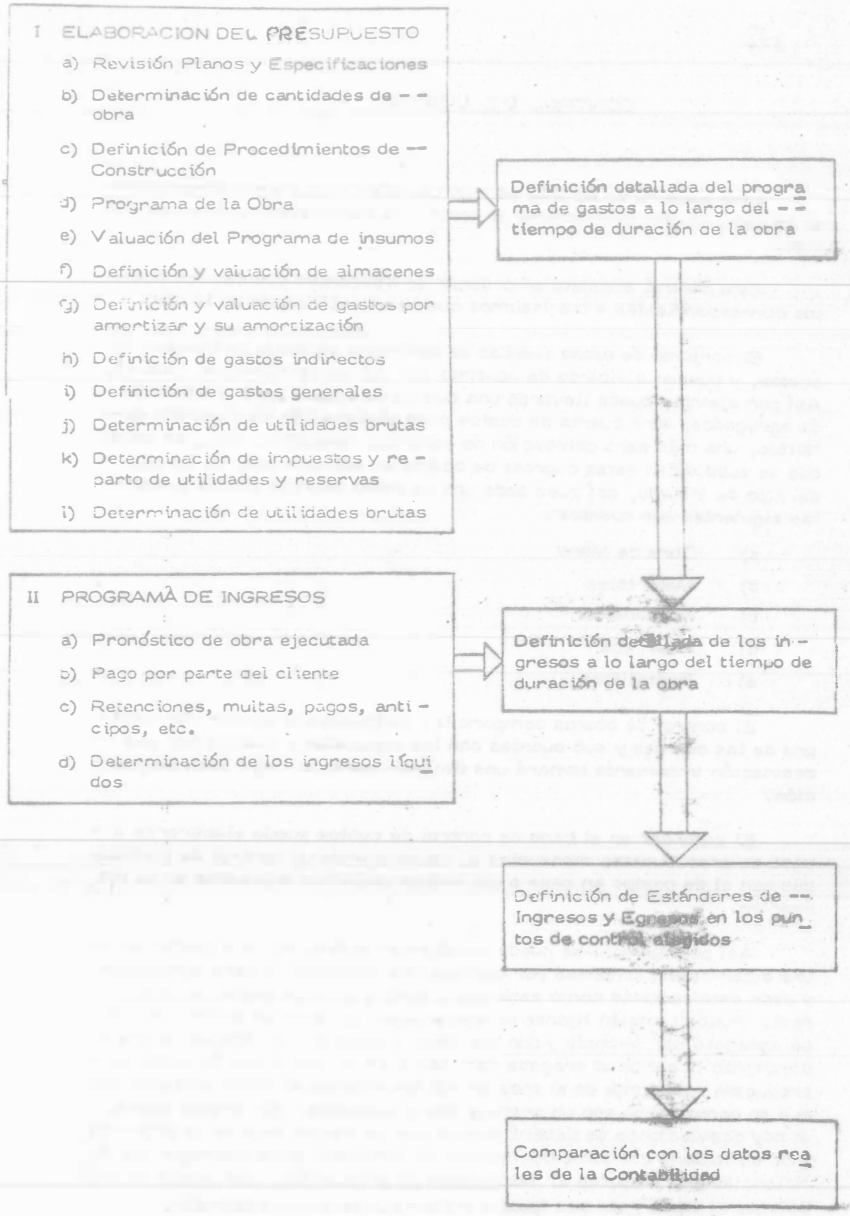
a) Los presupuestos deben modificarse contínuamente debido a las variaciones en programas y volúmenes que tienen la mayor parte de las obras de construcción en nuestro país.

b) Al implantar el sistema no se deben esperar resultados completos a corto plazo.

c) Existen obstáculos psicológicos importantes, pues el cambio de sistema significa una modificación en los hábitos del personal.

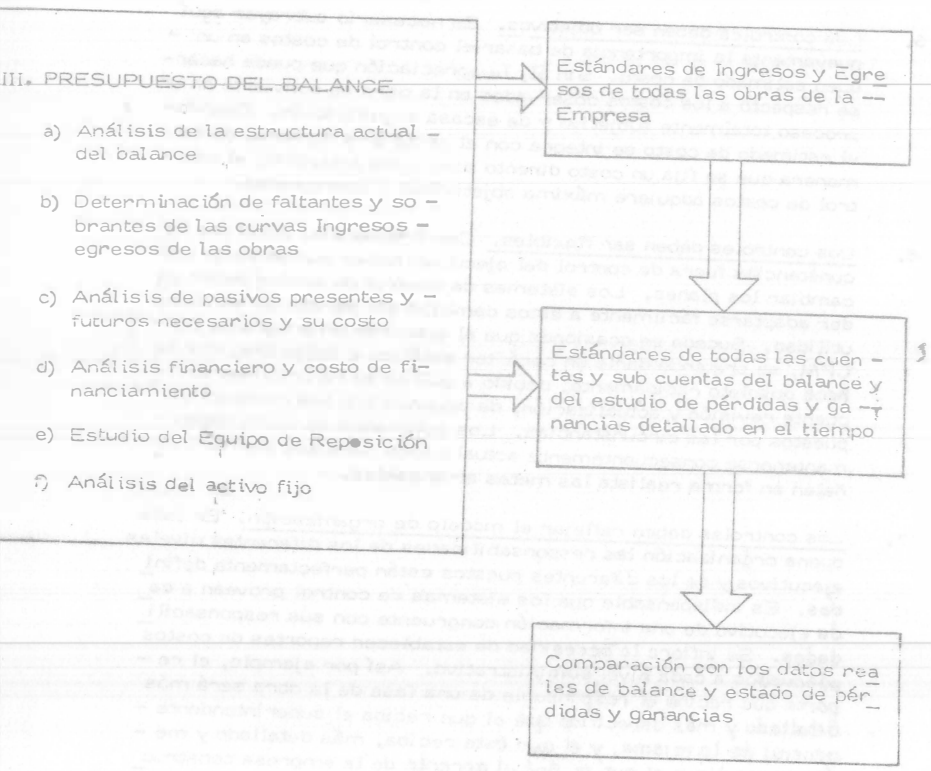
Existen gran número de procedimientos diferentes para llevar el control presupuestal, desde sistemas que se operan manualmente hasta los que hacen uso de las computadoras.

El control presupuestal a nivel de obra podría definirse como sigue:



660

El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:



661

Como en los casos anteriores desviaciones significativas originan de inmediato decisiones correctivas.

CORRECCION DE DESVIACIONES

El establecimiento de los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estándares es probablemente la etapa más importante de todo control.

Si el "aviso" no es oportuno y no llega rápidamente a la persona capaz de tomar las decisiones correctivas se pierden total o parcialmente las ventajas del control.

La empresa puede mejorar sistemas de construcción modificar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de sus actividades, o modificar los sistemas de dirección de la empresa, en función de los reportes de control devidamente evaluados.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad de la obra, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar una obra se ha basado en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de éstos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna reevaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costos, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

Los textos de administración señalan diversas exigencias para que un sistema de control opere adecuadamente. Se analizará cada una de ellas con referencia especial al control de los costos.

Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. El sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas e instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren

procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

2. Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta exageradamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

3. Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe también señalarse que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

4. Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquéllos en que lo logrado se aparta de las normas o planes establecidos. Los sistemas de programación por ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos-

y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuándo el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.

5. Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

6. Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.

7. Los controles deben reflejar el modelo de organización. En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control provean a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.

8. Los controles deben ser económicos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecua -

do entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de- procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones - que le competen.

9. Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en -- forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los - datos de costos que el ejecutivo deba tadavía procesar y analizar para que adquieran significado.

10. Los controles deben indicar una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe con-- trol. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

"CONTROL"

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

C O N T R O L .

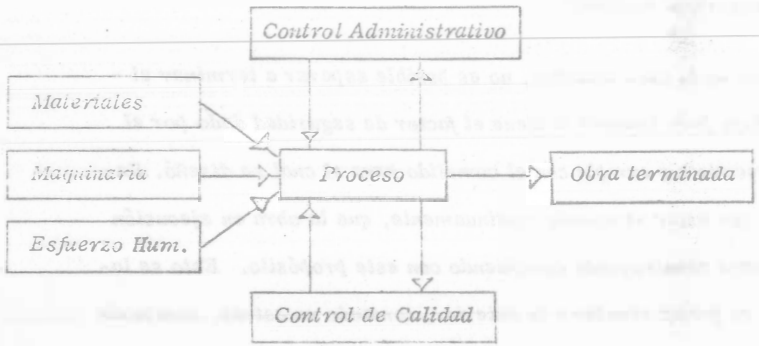
Cuando planeamos e iniciamos una obra, ¿ Cómo podremos estar seguros de que nuestra planeación funciona y las decisiones que - vamos tomando derivadas de esta planeación nos van encaminando al objetivo u objetivos?. Si tenemos que manejar un gran conjunto de variables y sus relaciones y limitaciones y además hemos -- hecho a un lado las variables no significativas escogidas a base de criterio, es fácil comprender que no podemos esperar al término de la obra para saber si nuestro objetivo se cumplió ó no. Será necesario revisar a lo largo del proceso si nuestro objetivo se - va cumpliendo. Esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado en lo planeado, en función del objetivo. Iríamos llevando costos y comparandolos con los planeados, analizando continuamente las diferencia, y cuando estas sean significativas habrá que revisar la planeación y desde luego si lo planeado se está realmente llevando a cabo. No basta planear; después de tomar decisiones habrá que comunicarlas y tener una organización para llevarlas a cabo. Si algo falla, lo planeado no coincidirá con lo ejecutado y tendremos que corregir. Esta revisión y actuación para corregir el proceso en función de los costos se denomina en construcción, Control Administrativo.

También será necesario, como hemos dicho ya, llevar a cabo la obra en tal forma que cumpla con su propósito y tenga el factor de seguridad adecuado.

Como en el caso anterior, no es posible esperar a terminar el - trabajo para conocer si tiene el factor de seguridad dado por el proyectista y cumple con el cometido para el cual se diseñó. Habrá que estar revisando continuamente, que la obra en ejecución se vaya construyendo cumpliendo con este propósito. Esto se logra en forma similar a lo anterior, tomando muestras, comparándolas con el estandar y si hay desviación significativa, influyendo en el proceso para corregir la desviación. Esto se le llama Control de Calidad.

En realidad estos dos controles constituyen un proceso en sí, capaz también de ser planeado, estos procesos se llaman de Con-- trol ó Retro-Alimentación. Este proceso lo que en realidad hace es tomar una muestra y someterla a una prueba y compararla con el estandar; si hay desviaciones significativas actúan sobre el proceso para corregir las desviaciones y acercar el producto al es-- tandar. Por esto se llama también de Retroalimentación, ya que actúa modificando el proceso principal.

Puede pues representarse la construcción con sus controles en la siguiente forma:



El Control es el Sistema de Alarma del Proceso Constructivo.

Un Sistema de Alarma avisa cuando algo no marcha de acuerdo con lo previsto.

Por ejemplo: Una alarma de alta temperatura de un motor, avisa cuando la temperatura alcanza un cierto límite.

El Control nos permite saber cuando, dentro del proceso constructivo los resullados no están de acuerdo con lo planeado.

Por esta razón:

Un buen control comienza con una buena planeación, que a su vez está en función de ciertos objetivos.

¿ Qué hay que planear?

1) Programas
   - De Obra.
   - De Recursos.
   - De egresos.
   - De ingresos.

2) Costos
   - De recursos.
   - De conceptos de obra
   - Indirectos.

3) Especificaciones
   - De materiales.
   - De resultados.
   - De medición.

¿ Qué hay que controlar ?

- Tiempo → De acuerdo con los programas.
- Calidad → De acuerdo con especificaciones.
- Costos → De acuerdo con presupuesto.

¿ Cómo planear ?

Elementos primarios de planeacion.

1) Precios de concurso ó presupuesto aprobado.

2) Fechas establecidas de terminación de obra

3) Recursos disponibles para la obra.

Procedimientos de Construcción.

Programas.

Asignación de recursos.

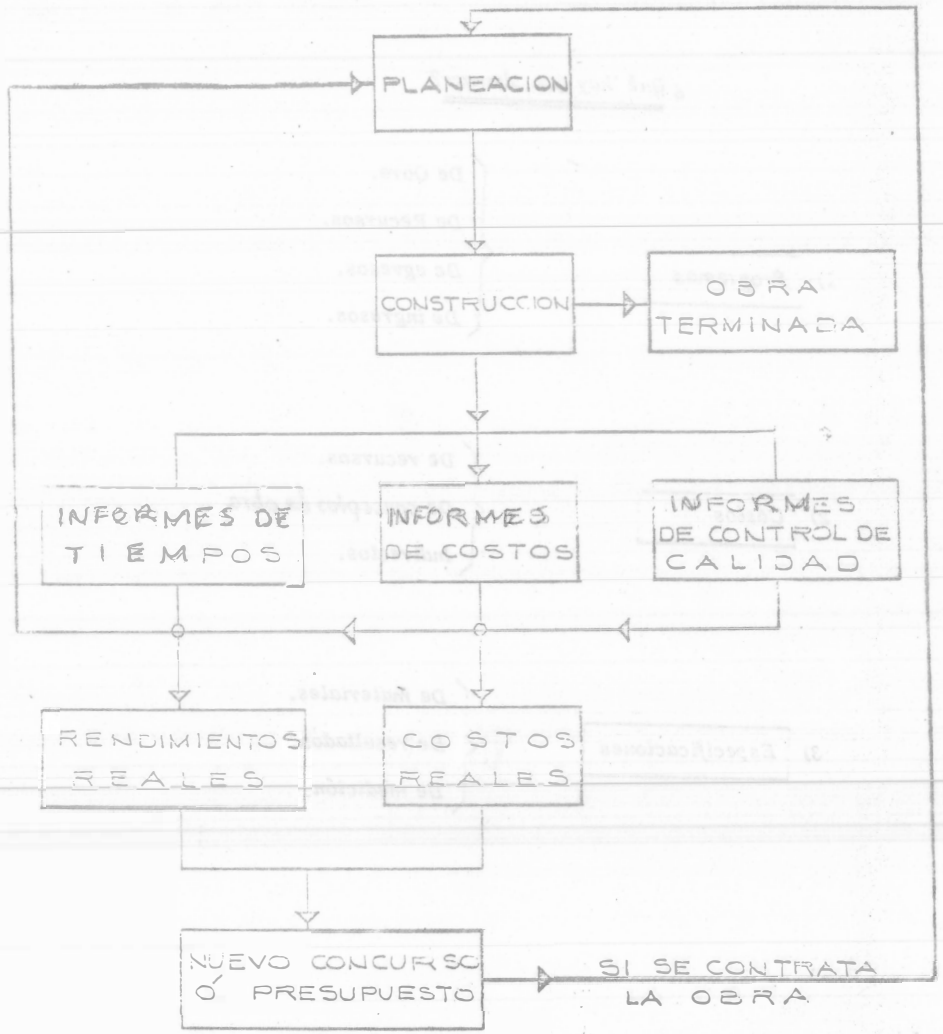
← ¿ Qué ? → ← Cómo ? → ← ¿ Con qué ? →

y

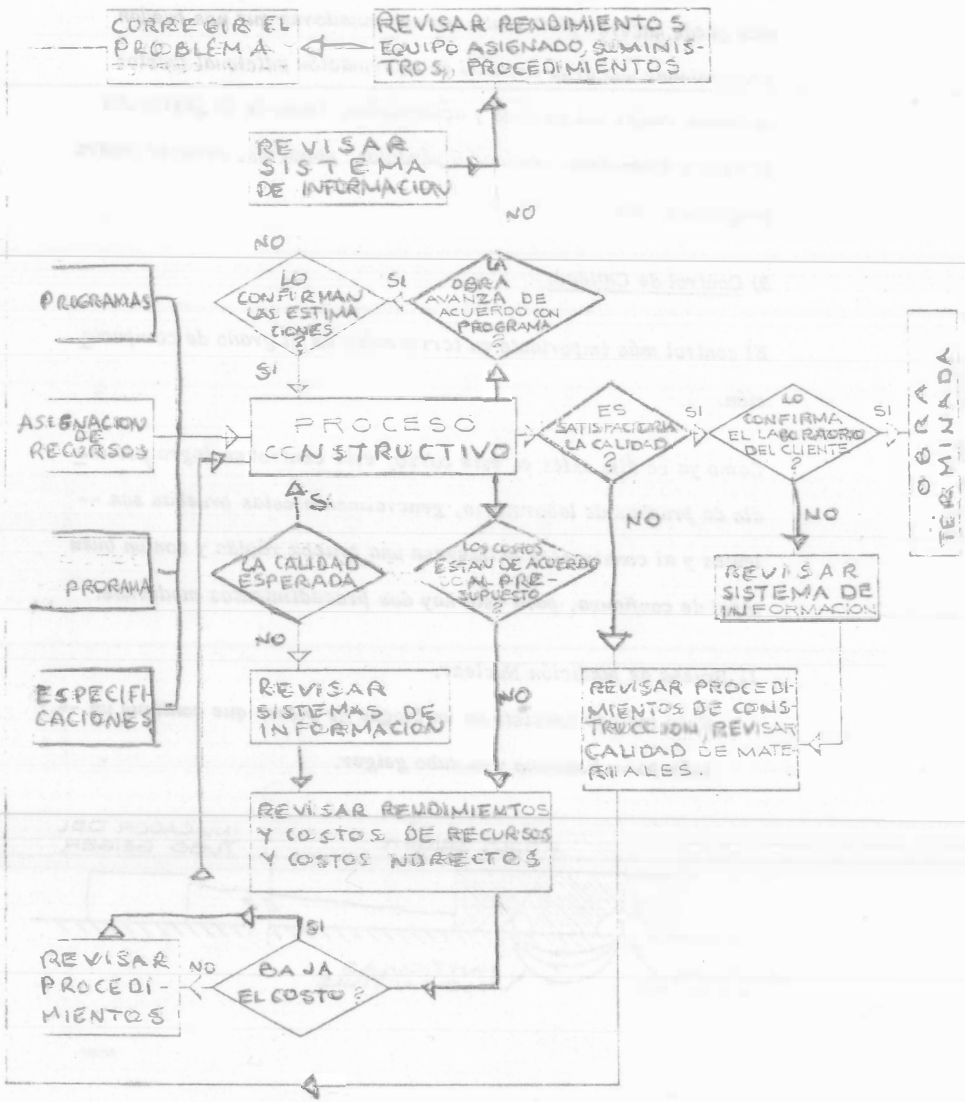
¿ Cuándo ?

FLUJO DE INFORMACION

673



FLUJO DE INFORMACION



SISTEMAS DE CONTROL

1) Control de Programas:

C.P.M., PERT, Compresión de redes, etc.

2) Control de Costos:

Control administrativo por conceptos de obra.

Ejem.: En el mes se hicieron:

45,000 m3 de excavación para terraplen compactado a 95% a $ 10.00	*$ 450,000.00*
6,500 m2 de revestimiento a $30.00	*$ 195,000.00*
Acarreos: 22,500m3Km. a $ 1.80	*$ 40,500.00*
	$ 685,000.00

Como se hace algunas veces:

Relación de Egresos:

Concepto	*Importe*
Nómina	*$ 45,000.00*
Lista de raya	*140,000.00*
Equipo	*320,000.00*
Combustibles	*10,000.00*
Materiales de construcción	*30,000.00*
Sub-contratos	*26,000.00*
Papelería	*1,000.00*
Comunicaciones	*200.00*
Gastos de transporte	*1,600.00*
Rentas	*700.00*
I.M.S.S.	*28,000.00*
Caja Chica	*700.00*
Impuestos	*40,000.00*
Suma:	*$ 643,200.00*

Indudablemente el resultado no es bueno, ¿ en dónde está la falla?

676

Con estos datos no es posible describirlo

Si llevamos control administrativo por conceptos de obra, haríamos esto:

Concepto	Equipo	Materiales	Salarios	Sub-Cont.	Suma
Cons.-terraplén a 95%	257,000.00	5,000.00	140,000.00		402,000.00
Revestimiento del banco	63,000.00	35,000.00	42,000.00		140,000.00
Acarreos			3,000.00	26,000.00	29,000.00
	320,000.00	40,000.00	185,000.00	26,000.00	576,000.00
Indirectos					72,000.00
			Total		$ 648,200.00

¿En dónde está el problema?

Si, en nuestro presupuesto, hemos calculado el 40% para indirectos, y utilidad, podemos calcular los gastos proformas.

Terraplén: $\frac{450,000.00}{1.40} = 321,428.00$

Revestimiento: $\frac{195,000.00}{1.40} = 139,285.00$

Acarreos: $\frac{40,500.00}{1.40} = 28,928.00$

Vemos que el problema está en el terraplén.

Esto se puede hacer por supuesto por operaciones de conceptos para ubicar el problema con más precisión.

Cuando la obra es compleja se requieren manejar muchos datos, esto puede hacerse fácilmente con computadoras que nos puedan proporcionar una gran cantidad de información adicional (costos unitarios reales del período y acumulados, importe de gastos del período y acumulado, utilidad ó pérdidas, ganacias, avances contra programas, etc.

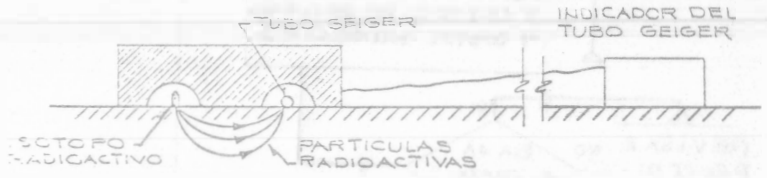
3) Control de Calidad.

El control más importante en terracerías es el grado de compactación.

Como ya se dijo antes en este curso, este control se logra por medio de pruebas de laboratorio, generalmente estas pruebas son -- lentas y al constructor le interesa una prueba rápida y con un buen nivel de confianza, para esto hay dos procedimientos modernos:

1) Prueba de Medición Nuclear.

Este método consiste en un bloque de plomo que contiene un -- isótopo radioactivo y un tubo geiger.



El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa el material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud varía con el tipo de suelo.

Este [illegible] sin embargo son despreciado por [illegible] constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar que una cierta capa ha sido compactada, prosiguiendo el trabajo de inmediato con la siguiente capa.

2) Medición rápida de humedad.

En cualquiera de los métodos existentes el principal problema radica en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente se calienta una parte del material hasta secado y -- por diferencia se obtiene la humedad pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso volumétrico - con el calentamiento, debido a la evaporación de partes orgánicas

principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso volumétrico. Para evitar esto se han desa-- rrollado últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy", que consiste en colocar un - peso conocido de suelo mezclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo acetileno y por - lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se - puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rápidamente de esta manera el porcentaje de humedad.

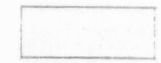


"Speedy"

¿ Qué hacer cuando el control nos indica una falla?

Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógi-- cos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma gene- ral, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

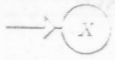
En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:



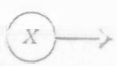
= *Un hecho ó una acción.*



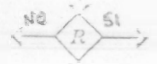
= *Una alternativa.*



= *Pasa al punto X*



= *El punto X*

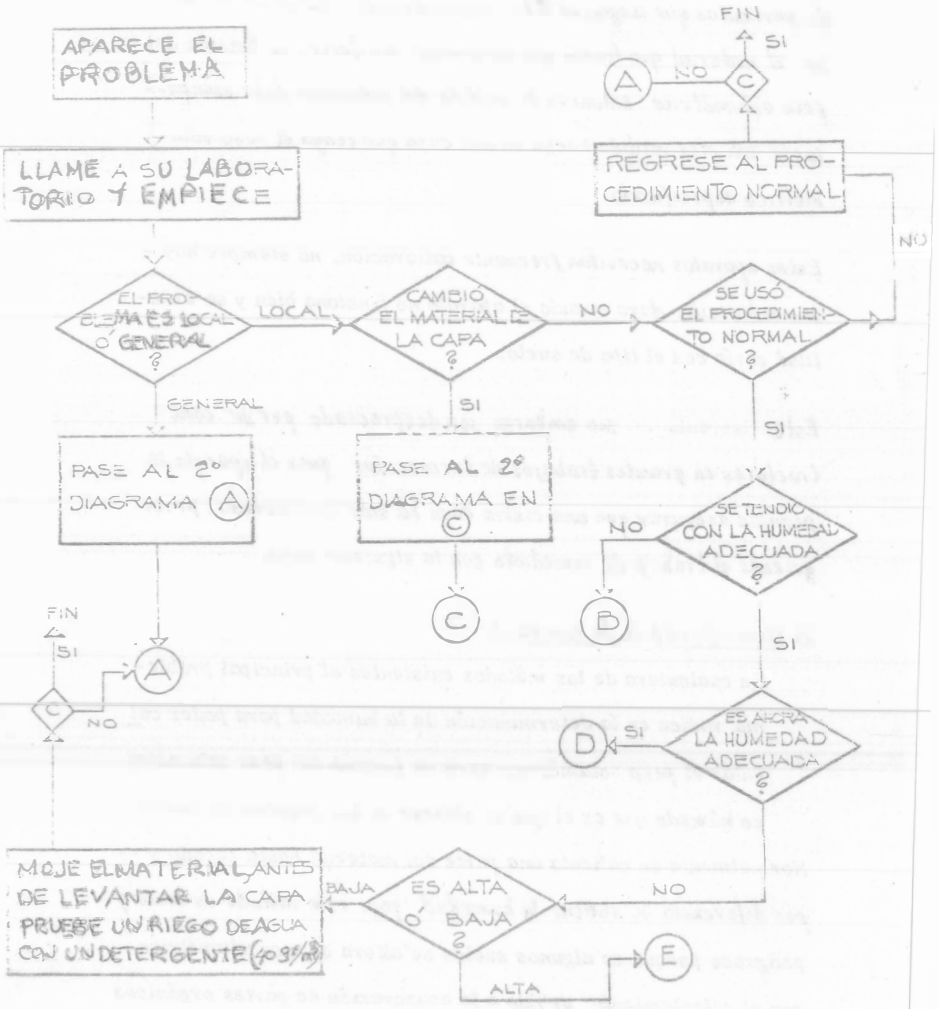


= *¿ Se resolvió el problema?*

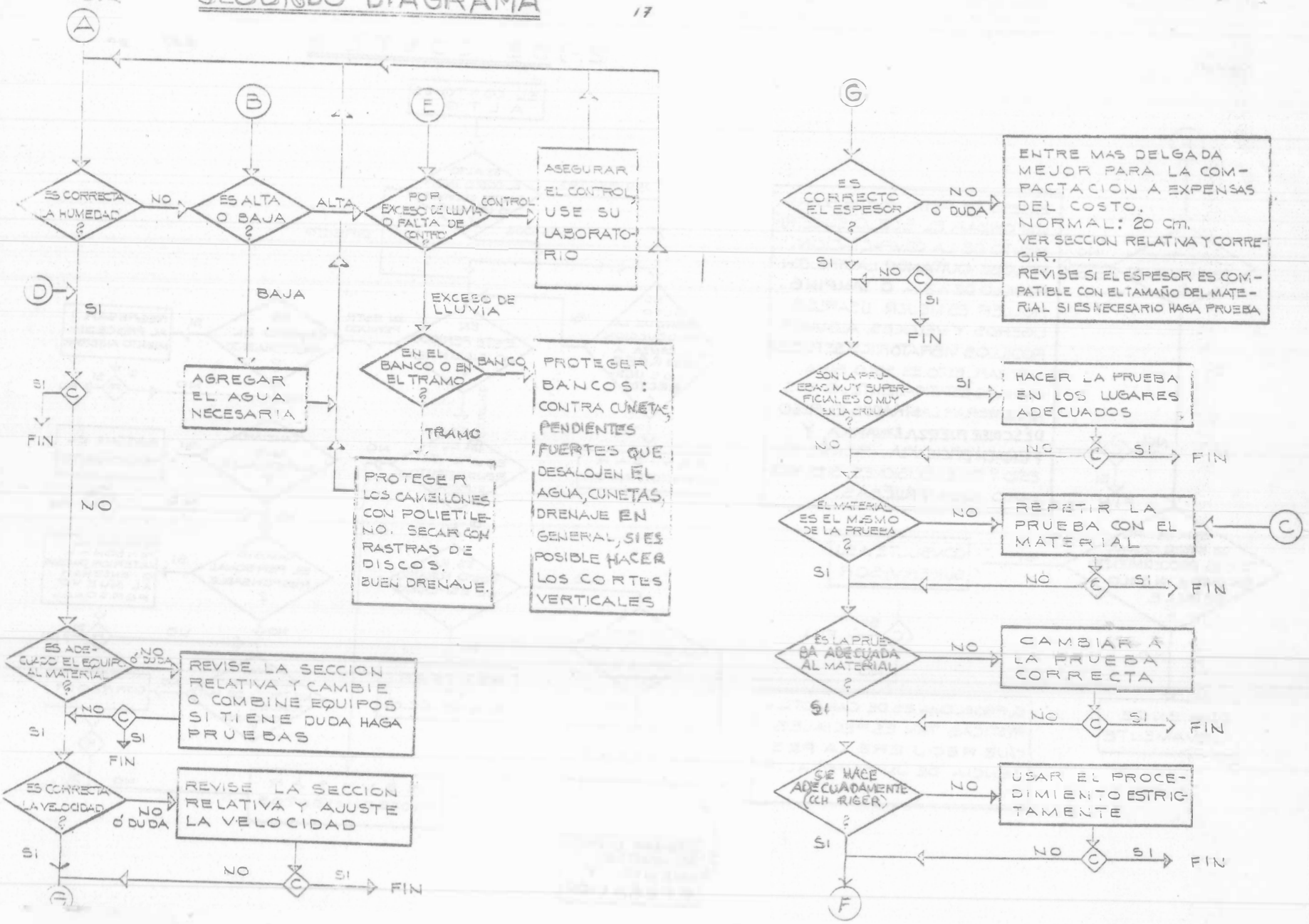


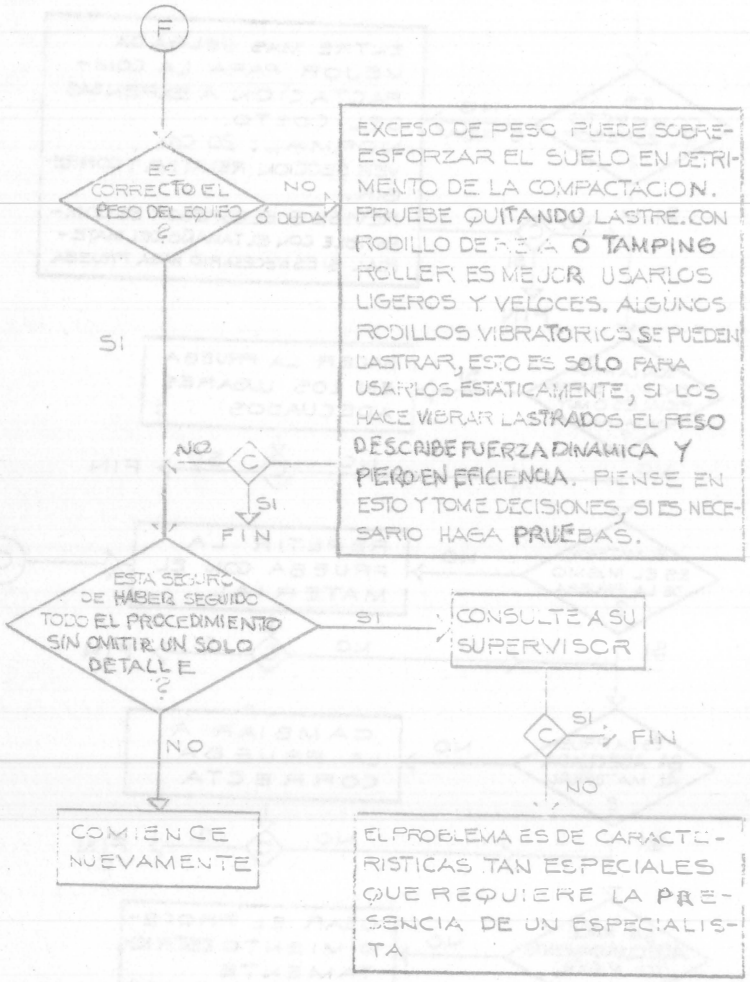
= *¿ Se alcanzó la compactación ?*

DE CALIDAD
PRIMER DIAGRAMA

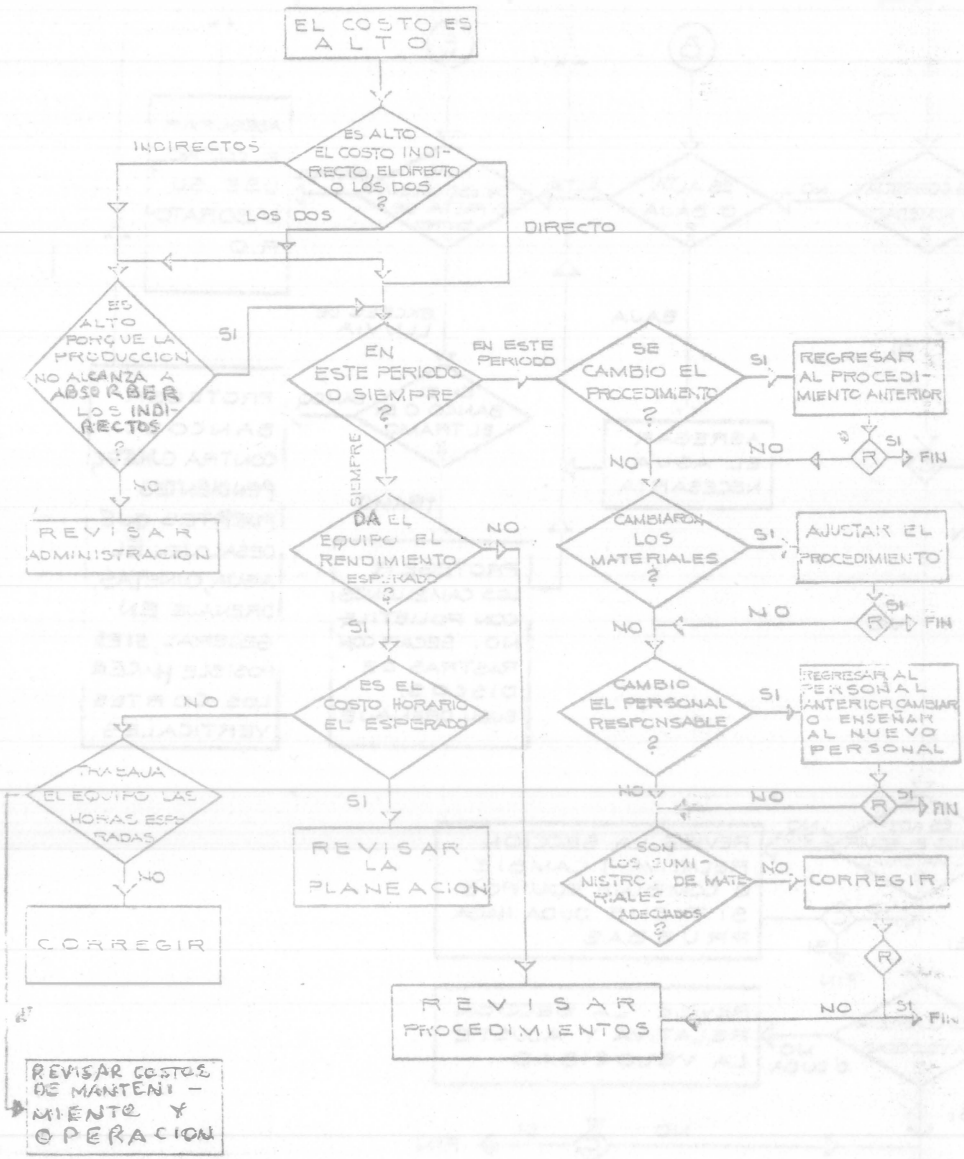


SEGUNDO DIAGRAMA

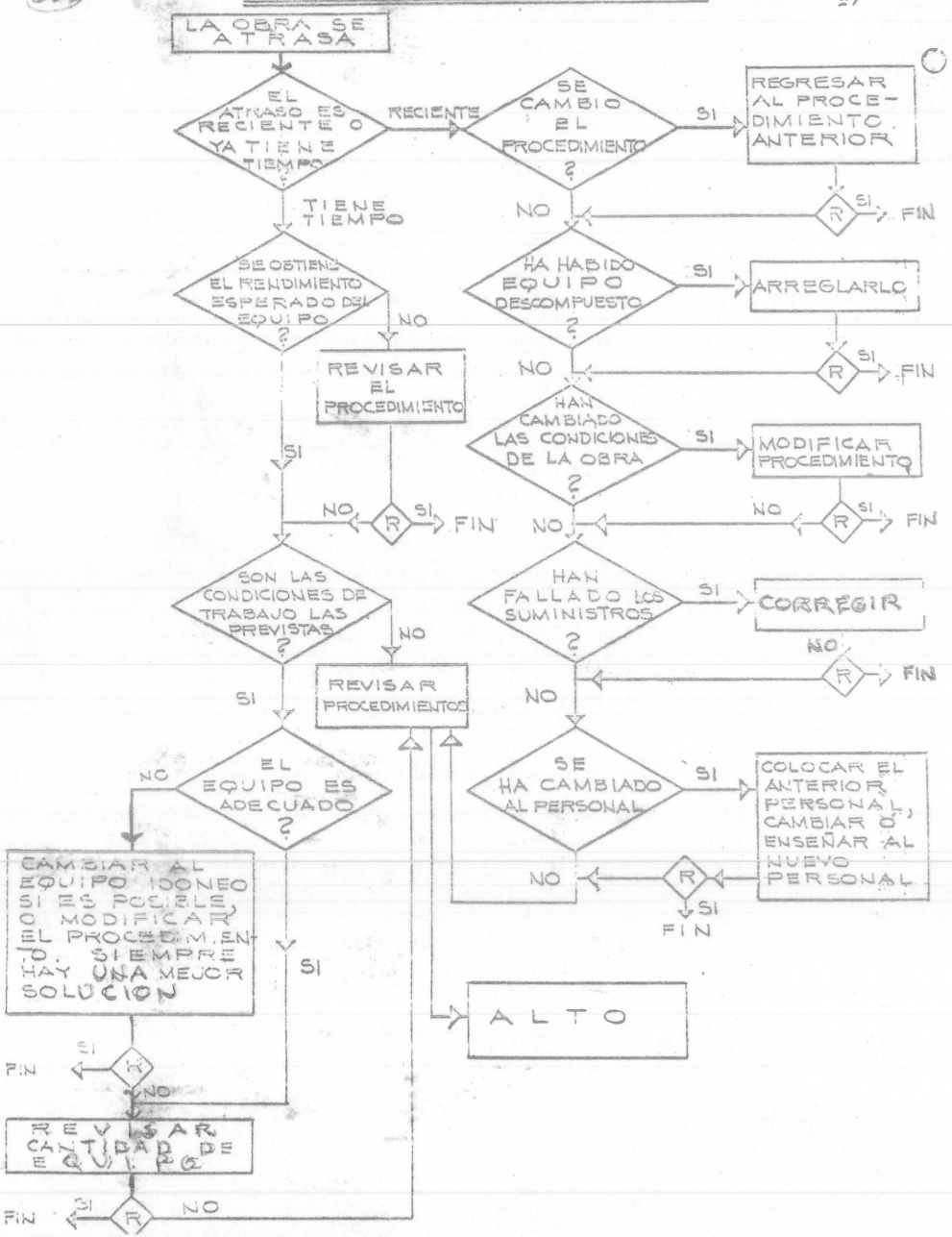



F
ES CORRECTO EL PESO DEL EQUIPO ?
NO
O DUDA
EXCESO DE PESO PUEDE SOBRE-ESFORZAR EL SUELO EN DETRIMENTO DE LA COMPACTACION. PRUEBE QUITANDO LASTRE. CON RODILLO DE REJA O TAMPING ROLLER ES MEJOR USARLOS LIGEROS Y VELOCES. ALGUNOS RODILLOS VIBRATORIOS SE PUEDEN LASTRAR, ESTO ES SOLO PARA USARLOS ESTATICAMENTE, SI LOS HACE VIBRAR LASTRADOS EL PESO DESCRIBE FUERZA DINAMICA Y PERO EN EFICIENCIA. PIENSE EN ESTO Y TOME DECISIONES, SI ES NECESARIO HAGA PRUEBAS.
SI
NO
C
SI
FIN
ESTA SEGURO DE HABER SEGUIDO TODO EL PROCEDIMIENTO SIN OMITIR UN SOLO DETALLE ?
SI
CONSULTE A SU SUPERVISOR
C
SI
FIN
NO
NO
COMIENCE NUEVAMENTE
EL PROBLEMA ES DE CARACTERISTICAS TAN ESPECIALES QUE REQUIERE LA PRESENCIA DE UN ESPECIALISTA

2.-) DE COSTOS


EL COSTO ES ALTO
ES ALTO EL COSTO INDIRECTO, EL DIRECTO O LOS DOS ?
INDIRECTOS
LOS DOS
DIRECTO
ES ALTO PORQUE LA PRODUCCION NO ALCANZA A ABSORBER LOS INDIRECTOS ?
SI
NO
REVISAR ADMINISTRACION
EN ESTE PERIODO O SIEMPRE ?
EN ESTE PERIODO
SIEMPRE
DA EL EQUIPO EL RENDIMIENTO ESPERADO ?
NO
SI
ES EL COSTO HORARIO EL ESPERADO
NO
SI
REVISAR LA PLANEACION
TRABAJA EL EQUIPO LAS HORAS ESPERADAS
NO
CORREGIR
REVISAR COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACION
SE CAMBIO EL PROCEDIMIENTO ?
SI
REGRESAR AL PROCEDIMIENTO ANTERIOR
NO
NO
R
SI
FIN
CAMBIARON LOS MATERIALES ?
SI
AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO
NO
NO
R
SI
FIN
CAMBIO EL PERSONAL RESPONSABLE ?
SI
REGRESAR AL PERSONAL ANTERIOR CAMBIAR O ENSEÑAR AL NUEVO PERSONAL
NO
NO
R
SI
FIN
SON LOS SUMINISTROS DE MATERIALES ADECUADOS ?
NO
CORREGIR
R
NO
SI
FIN
REVISAR PROCEDIMIENTOS

(686) 3.-) DE PROGRAMACION



MOVIMIENTO DE TIERRAS

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

PRIMERA SESION DE TRABAJO.

I INTRODUCCION
- A) DESARROLLO
- B) IMPORTANCIA
- C) JUSTIFICACION ECONOMICA
- D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

II PLANEACION
- A) OBJETIVOS
- B) METODOS

III ORGANIZACION
- A) RECURSOS HUMANOS, CAPACITACION. OPERACION
- B) EQUIPO ESPECIALIZADO
- C) RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

SEGUNDA SESION DE TRABAJO

IV TEMAS ESPECIFICOS.
- A) ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION.
- B) LIMPIEZA Y LUBRICACION; CONTROL DE ACEITES.
- C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.
- D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.
- E) DIAGRAMAS.

I INTRODUCCION (289)

A) DESARROLLO.

- HISTORICAMENTE EL MANTENIMIENTO SE INICIA COMO UN UN SISTEMA ADMINISTRATIVO, MANEJADO POR PERSONAL CON FORMACION ADMINISTRATIVA.

- APARECEN LOS PRIMEROS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES, (INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION).

- SUFREN UN CAMBIO PAULATINO DE SU CARACTER ADMINISTRATIVO A UN CARACTER TECNICO.

- SU DESARROLLO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION HA SIDO SEMEJANTE AL DE LA INDUSTRIA EN GENERAL.

PRESENTA CARACTERISTICAS ESPECIALES QUE LO HACEN MAS DIFICIL DE REALIZAR CON EXITO, COMO POR EJEMPLO:

A) EL EQUIPO DE CONSTRUCCION ES TOTALMENTE - MOVIL.

B) LAS INSTALACIONES NO SON DEFINITIVAS.

C) LA VARIEDAD DEL EQUIPO UTILIZADO ES MUY - GRANDE.

D) LAS OBRAS EN GENERAL ESTAN UBICADAS LEJOS DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION, ETC.

690 3

I INTRODUCCION.

B) IMPORTANCIA.

LA IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE PUEDE MEDIR A TRAVES DE SU IMPACTO EN LOS SIGUIENTES FACTORES.

- INVERSION EN EQUIPO ; DISMINUYE.
  - A) INCREMENTO EN LA VIDA UTIL.
  - B) INCREMENTO EN LA VIDA ECONOMICA.
- PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO = PRODUCCION ; AUMENTA.
  - A) INCREMENTO EN EL VALOR DE RESCATE.
  - B) DISMINUCION DEL COSTO DE REPARACIONES.
  - C) DISMINUCION DEL COSTO POR MAQUINA PARADA.
  - D) INCREMENTO DEL NUMERO DE HORAS DISPONIBLES.
  - E) EQUIPO EN OPTIMAS CONDICIONES DURANTE HORAS DE TRABAJO.

691

I INTRODUCCION.

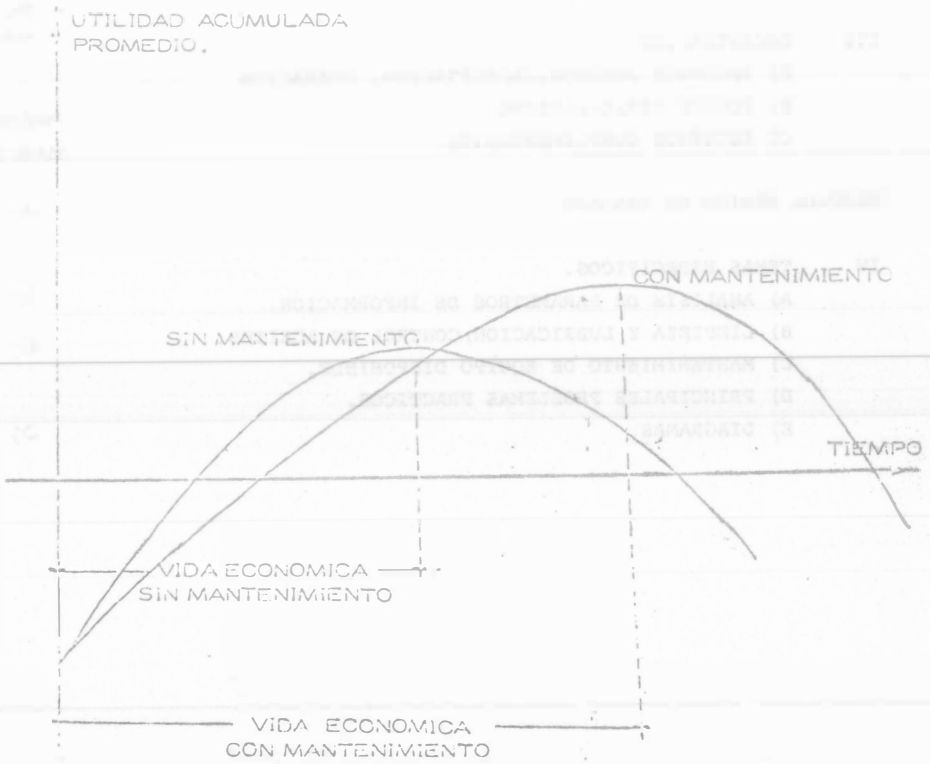
C) JUSTIFICACION ECONOMICA.

SE DERIVA DE LA CUANTIFICACION DE :

A) DISMINUCION DE LA INVERSION.

B) AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

EL EFECTO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE ILUSTRA EN LA GRAFICA SIGUIENTE:



D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL TEORICO. ES LA PLANEACION DEL MANTENIMIENTO, SE BASA EN:

EL ANALISIS ESTADISTICO DE VIDAS UTILES, DE PIEZAS Y CONJUNTOS.

EL ANALISIS FISICO DE PIEZAS DE DESGASTE.

EL ANALISIS DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO DE CAMPO.

PROPORCIONA:

EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

PRONOSTICO DE CAMBIOS Y REPOSICIONES.

DATOS PARA EL REEMPLAZO ECONOMICO.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ES LA APLICACION PRACTICA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO ANTES DE LA FALLA.

INCLUYE DESDE AJUSTE DE MECANISMOS HASTA CAMBIO DE CONJUNTOS.

ES MENOS COSTOSO Y CONSUME MENOS TIEMPO QUE EL CORRECTIVO.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO DESPUES DE LA FALLA. (REPARACION).

ES EL MANTENIMIENTO FUERA DE PROGRAMA.

SU EJECUCION INMEDIATA ES IMPERATIVA.

HABER LLEGADO A LA FALLA PUEDE HABER AFECTADO OTROS

A) OBJETIVOS

OBJETIVO BASICO: MAXIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD (EN SU SENTIDO MAS AMPLIO) DEL EQUIPO - EN OBRA.

EN TERMINOS SIMPLIFICADOS

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION}}{\text{COSTO}}$$

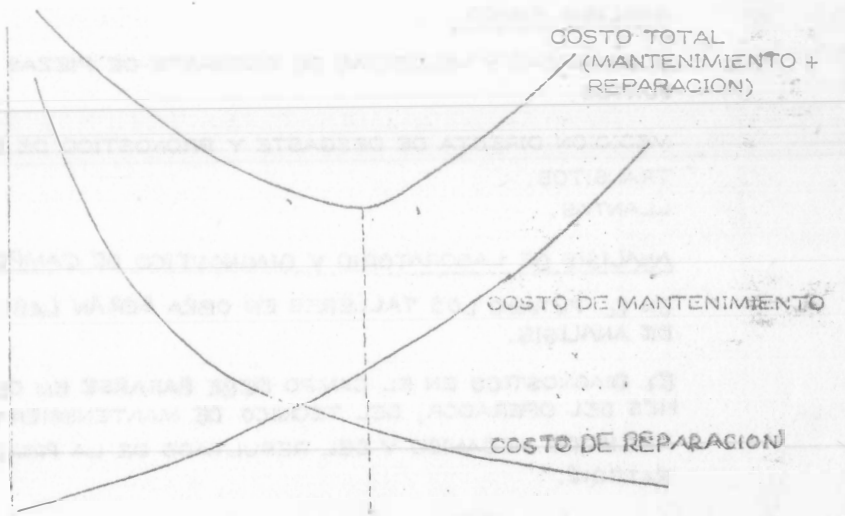
UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ORIENTADO HACIA ESTE OBJETIVO TRATARA DE MAXIMIZAR PRODUCCION Y MINIMIZAR COSTO.

MAXIMIZARA PRODUCCION.

ALCANZANDO EN FORMA OPTIMA LOS FACTORES MENCIONADOS EN I - B.

MINIMIZARA COSTO:

PROPORCIONANDO EL MANTENIMIENTO AL NIVEL OPTIMO.



B) METODOS.

DEFINICION DE LOS CONCEPTOS DE PROBABILIDAD Y DE VALOR ESPERADO.

METODOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ANALISIS ESTADISTICOS.

VIDA UTIL (ESTADISTICA) DE CONJUNTO (SUB-SISTEMAS) DE UNA MAQUINA.

DETERMINACION DE PROBABILIDADES DE FALLA.

EJEMPLO DE VIDAS UTILES. SISTEMA = TRACTOR.

SUB-SISTEMAS	VIDA PROM. NUEVA.	VIDA PROMEDIO DESPUES DE MANTENIMIENTO MAYOR
MOTOR	6,000	5,000
TRANSMISION	7,500	5,000
TRANSITO	2,500 bujes/5,000*	4,000
MANDOS FINALES	6,000	5,000

* RECONSTRUCCION CADENAS, ZAPATAS Y RODILLOS.

ANALISIS FISICO.

DURABILIDAD Y VELOCIDAD DE DESGASTE DE PIEZAS Y/O CONJUNTOS.

MEDICION DIRECTA DE DESGASTE Y PRONOSTICO DE DURABILIDAD.
TRANSITOS.
LLANTAS.

ANALISIS DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO DE CAMPO.

EN EL FUTURO LOS TALLERES EN OBRA SERAN LABORATORIOS DE ANALISIS.

EL DIAGNOSTICO EN EL CAMPO DEBE BASARSE EN OBSERVACIONES DEL OPERADOR, DEL TECNICO DE MANTENIMIENTO, DEL INGENIERO MECANICO Y DEL RESULTADO DE LA PRUEBA DE LABORATORIO.

B) METODOS (EJEMPLO)

DETERMINAR LA FRECUENCIA OPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA 30 MAQUINAS IGUALES CON LAS SIGUIENTES PROBABILIDADES DE FALLA.

MES DESPUES DE MANT.	PROBABILIDAD DE FALLA
1	0.2
2	0.1
3	0.1
4	0.2
5	0.4

EL COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ES $100.00 POR MAQUINA, Y EL DE PREVENTIVO ES $30.00 POR MAQUINA.

EL COSTO TOTAL POR MES PARA UNA POLITICA DE MANTENIMIENTO MENSUAL.

$$CM(1) = (30\ MAQ)(30\ \$/MAQ) + (30\ MAQ)(100\ \$/MAQ)(0.2) = 1,500\ \$ / MES.$$

EL COSTO PARA LA POLITICA BIMESTRAL.

$$CM(2) = (30\ MAQ)(30\ \$/MAQ) + (30\ MAQ)(100\ \$/MAQ)(0.2) + (30\ MAQ)(100\ \$/MAQ)(0.1) + (6)(100\ \$/MAQ)(0.2) = 1,920\ \$/\ 2\ MESES = 960\ \$ / MES.$$

EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 3 MESES = 768 $/MES

EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 4 MESES = 789 $/MES

EL COSTO PARA MANTENIMIENTO CADA 5 MESES = 944 $/MES

3) METODOS.

METODOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

PROGRAMA TENTATIVO DE MANTENIMIENTOS MAYORES

MAQUINA HOROMETRO INICIAL

LOCALIZACION CON CLAVES DE LOS MANTENIMIENTOS.

ANALISIS DE PROGRAMA TENTATIVO Y MODIFICACIONES.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTOS MAYORES CORREGIDOS.

MAQUINA HOROMETRO INICIAL

LOCALIZACION CON CLAVES DE LOS MANTENIMIENTOS.

E) METODOS (EJEMPLO).

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

	Mantenimiento Real				Mantenimiento Programado				Mantenimiento			
	Fecha	Clave	Hrs.	Costo	Fecha	Clave	Hrs.	Costo	Fecha	Clave	Hrs.	Costo
[illegible]	13-IV-71	1	0		13-IV-72	2	3000	6,000.00	15-III-72	2	3800	6,580.00
[illegible]	13-IV-71	1	0		13-XII-71	4	2000	1,900.00	30-X-71	4	2500	2,300.00
[illegible]	13-IV-71	1	0		13-XII-71	4	2000	1,900.00	30-X-71	4	2300	2,800.00
[illegible]tas	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	12,500.00	28-VI-72	2	4750	4,200.00
[illegible] Guías	13-IV-71	1	0		13-XI-72	2	5000	2,000.00	28-VI-72	2	4755	2,350.00
[illegible]inas	13-IV-71	1	0		13-IX-71	1	1200	15,600.00	18-X-71	1	1400	1,400.00
[illegible] Superiores	13-IV-71	1	0		13-XII-72	2	5500	4,750.00	30-IX-72	2	[illegible]	6,300.00
Roles Inf. c/Sencilla	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	9,000.00	28-VI-72	2	[illegible]	8,200.00
Roles Inf. c/doble	13-IV-71	1	0		13-X-72	2	4500	12,800.00	28-VI-72	2	4700	13,100.00

Claves

1 Nuevo
2 Reconstruido
3 Media Vida
4 Giro
5 Cambio
6 A destrucción.

NOTA: Trabajo Servicio Extremo.

Material Recoso.

A) RECURSOS HUMANOS.

CAMPOS DE ACCION DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO.

A) OPERADORES DEL EQUIPO.

B) PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

C) PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR Y MENOR.

D) PERSONAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

E) PERSONAL DE ADMINISTRACION Y CONTROL.

A) CONOCIMIENTO DE SU MAQUINA. REPORTE DE PRODUCCION.
CUIDADO, LIMPIEZA, REPORTE DE CUALQUIER ANOMALIA OBSERVADA.
RESPONSABILIDAD COMPARTIDA DE MANTENIMIENTO.

B) FUNCION BASICA DE UN INGENIERO MECANICO EN OBRA.

C) PERSONAL MECANICO CALIFICADO, CON MENTALIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ESPECIALIDADES EN :
- LIMPIEZA.
- LUBRICACION.
- INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.
- AJUSTES Y MANTENIMIENTOS MENORES.
- SERVICIOS PROGRAMADOS 100, 200, - ..., 5,000 horas.
- CAMBIOS DE CONJUNTOS.
- SOLDADURA.

A) RECURSOS HUMANOS (Continuación)

D) PERSONAL EN OBRA PARA PROBLEMAS DE RAPIDA SOLUCION

ORIENTACION HACIA EL USO DE TALLERES EXTERNOS.

E) INGENIERO MECANICO QUE ADMINISTRE EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

PROGRAMANDO PERSONAL Y EQUIPOS ESPECIALIZADOS.

SUPERVISANDO REALIZACION DE TRABAJOS.

CALIFICANDO PERSONAL DE DIFERENTES ESPECIALIDADES.

CONTROLANDO COSTOS Y CUMPLIMIENTO DE PROGRAMAS.

CAPACITACION.

PROMOVER CONTINUOS CURSOS DE ACTUALIZACION.

CAPACITAR PERSONAL SIN EXPERIENCIA.

CALIFICAR AL PERSONAL PERIODICAMENTE.

III ORGANIZACION.

b) EQUIPO ESPECIALIZADO.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

a) DE LABORATORIO
EXPECTROFOTOMETRO.

b) DE CAMPO
PRUEBA DE GOTA.

c) COMBINADO
LABORATORIO MOVIL.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

a) FIJOS
COMPRESOR

INSTALACIONES DE TALLER.
- MANTENIMIENTO ELECTRICO.
  CARGADOR DE BATERIAS.
  INSTRUMENTOS DE MEDICION.
- MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE DESGASTE.
  SOLDADORA.
  EQUIPO DE CORTE.
  EQUIPO DE TRAZO.
- MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE FABRICACION.
  TORNO.
  TALADRO.

b) MOVILES
EQUIPO DE LIMPIEZA.
EQUIPO DE ENGRASE.
EQUIPO DE SERVICIO.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

TALLERES EXTERNOS

III ORGANIZACION.

C) RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

AQUI CONSIDERAMOS LOS RECURSOS EXTERNOS QUE SE ENCUENTRAN A DISPOSICION DE USUARIOS DE EQUIPO O CONSUMIDORES DE CIERTOS ARTICULOS, PROPORCIONADOS GENERALMENTE POR LOS PROVEEDORES.

1o. CATALOGOS DE PARTES.
2o. CATALOGOS DE OPERACION.
3o. CATALOGOS DE MANTENIMIENTO.
4o. INSTRUCCION DE OPERADORES.
5o. INSTRUCCION DE MECANICOS.
6o. CURSOS DE INFORMACION EN LA OBRA.
7o. INVENTARIOS EN EXISTENCIA EN SUS ALMACENES.
8o. INVENTARIOS EN EXISTENCIA EN LA OBRA.
9o. PAQUETES DE SERVICIO.
10o. SERVICIO DE LABORATORIO.
11o. ASESORIA EN VISITAS DE INSPECCION.

ANALISIS DE ... DE INFORMACION

PARA PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

PARAMETROS	PORQUE ES NECESARIO
1.-Inventario físico de equipo	Se tiene control del equipo que se encuentra en obra Para formar grupos de equipos con las mismas características Para establecer las diferencias de comportamiento y costos entre los mismos tipos equipo Para facilitar el control de requisiciones Para agrupar las diferencias categorías de equipo
2.-Sistema de costos	Para identificar los costos por cada máquina Para llevar un comportamiento económico de las máquinas Para tomar decisiones de reemplazo Para identificar sí el rendimiento del equipo, está de acuerdo con sus costos
3.-Tipo de trabajo en que se está usando el equipo	Para evaluar sí el trabajo desarrollado está de acuerdo con las especificaciones de equipo Para determinar políticas especiales de Mantenimiento Para seleccionar la operación adecuada Para evaluar el efecto del trabajo en la vida útil de la máquina, ó de alguno de su conjuntos
4.-Horas trabajadas en las máquinas	Sirve para determinar el programa de utilización de equipo Para optimizar los costos de maquinaria Para evaluar la productividad del equipo Para evaluar sí el criterio de depreciación es correcto
5.- Controles de recepción de envío	Para identificar los medios en que se envía o se recibe Para identificar sí se recibe en las condiciones en que se envió Para evaluar los tiempos de transporte
6.- Controles de Calidad	Para determinar sí se recibe en condiciones de trabajo Para programar los detalles de Mantenimiento ó reparación que se encuentren Para determinar el tiempo en que podemos trabajar el equipo Para programar sus reparaciones mayores
7.- Programa de Reparaciones Mayores	Para determinar el tiempo que el equipo vá a estar parado Para programar los recursos Para determinar políticas de sustitución en obra Para determinar sí la reparación corresponde a desgaste normal, ó por fallas de Mantenimiento, operación
8.- Plantillas de personal	Variaciones según programa de obra Distribución adecuada en los frentes de trabajo Capacidad, conocimientos, experiencia y habilidad Cursos de capacitación
9.- Programas de Mantenimiento	Establecimiento de Mantenimiento de rutina Programas de Mantenimiento preventivo semanal ó mensual Inspecciones físicas del equipo Programas de Mantenimiento Predictivo

10.-Existencias de almacén	En cantidad adecuada que permiten un trabajo contínuo y suficientemente bajas para no tener una gran inversión sin movimiento Piezas de movimiento contínuo que permiten tener una revolvencia adecuada de almacén
11.- Historia de la máquina	Para tener un comportamiento mecánico y económico de la vida útil del equipo Para analizar la conveniencia de la utilización y productividad de los equipos
12.- Ordenes de trabajo	Para controlar tiempos, costos y actividades en las reparaciones ó en el Mantenimiento correctivo
13.- Requisiciones	Para controlar piezas que se reponen al equipo Para controlar tiempos de abastecimiento Para controlar costos de Mantenimiento
15.- Razón de fallas	Para determinar que Síntomas provocan las fallas Para determinar que falla se presenta con más frecuencia y establecer su causa (motor, transmisión, Sistema Eléctrico) Para identificar que falla es anormal y cual se debe a desgaste anormal
16.- Número de fallas	Para evaluar la vida de la máquina y sus conjuntos Para investigar la causa Para llevar estadísticas del comportamiento, y establecer programas

17

V TEMAS ESPECIFICOS.

B) LIMPIEZA, LUBRICACION ; CONTROL DE ACEITES.

- LIMPIEZA COMO FACTOR DE MANTENIMIENTO.
  a) PROGRAMAS DE LIMPIEZA. FRECUENCIA. TIPO DE LIMPIEZA. LUGAR DONDE SE REALIZA.
  b) EQUIPOS DE LIMPIEZA. CARACTERISTICAS. COSTO. COMO EQUIPO INDEPENDIENTE Y COMO EQUIPO COMPLEMENTARIO.
  c) OPERACION. SE MENOSPRECIA LA ACTIVIDAD. CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO.
- LUBRICACION ELEMENTO BASICO DE MANTENIMIENTO.
  a) PROGRAMACION DE LA LUBRICACION. SU IMPORTANCIA. SU RELACION CON LA PRODUCCION.
  b) EFECTOS PRODUCIDOS POR FALTA O INADECUADA LUBRICACION.
  c) EQUIPOS DE LUBRICACION.
  d) PERSONAL DE LUBRICACION.
- CONTROL DE ACEITES Y LUBRICACION.
  a) ESTANDARIZACION.
  b) IDENTIFICACION DEL ACEITE ADECUADO; PROPIEDADES.
  c) TABLAS DE LUBRICACION.
  d) EXISTENCIAS EN ALMACEN.
  e) NOMENCLATURA.
  f) ALMACENAJE.
  g) EXISTENCIAS.

V TEMAS ESPECIFICOS.

C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.

EL EQUIPO QUE NO SE ENCUENTRA TRABAJANDO EN OBRA Y QUE SE ALMACENA (POR POLITICA DE LA EMPRESA) - HASTA SER REQUERIDA, NECESITA MANTENIMIENTO QUE - PRESENTA CARACTERISTICAS PARTICULARES.

a) PROTECCION (CONTRA INTEMPERIE).

b) LIMPIEZA Y LUBRICACION, (ACEITES PRE-SERVADORES).

c) FUNCIONAMIENTO PROGRAMADO.

V TEMAS ESPECIFICOS.

D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.

1o. HUMANOS.

PREPARACION.

COMUNICACION.

2o. LOCALIZACION.

TRABAJO A LA INTEMPERIE.

LEJANIA DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION.

3o. TIPO DE TRABAJO.

RITMO MUY ACELERADO (A PRESION).

FECHAS DE TERMINACION AGRESIVAS.

NECESIDAD DE ALTOS PORCENTAJES DE UTILIZACION.

4o. INSTALACIONES.

MOVILES.

RUDIMENTARIAS.

DE BAJO COSTO.

VALES DE SALIDA DE ALMACEN

21

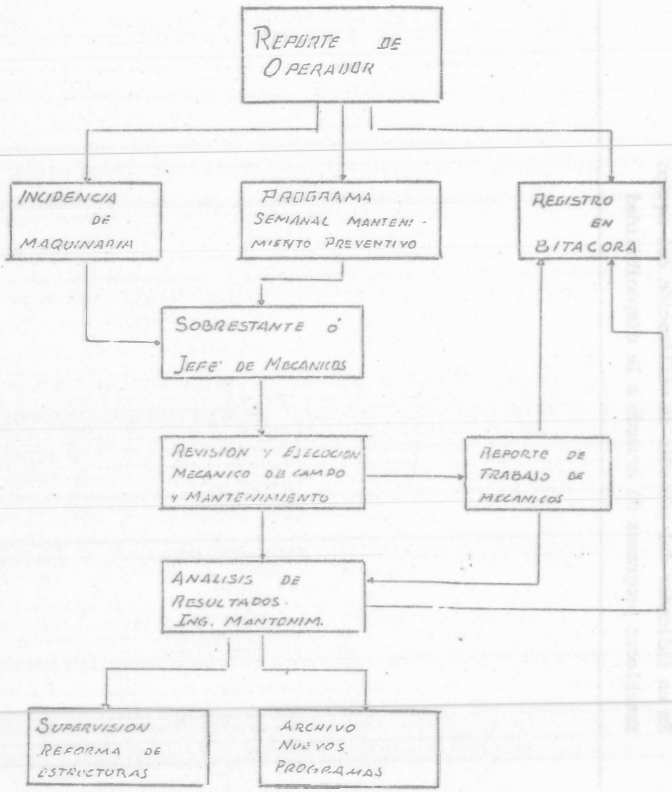
16.- Tiempo promedio entre fallas Es un indicador del promedio de utilización del equipo
Establecer programas de acuerdo a la disponibilidad

710

DIAGRAMA DE FLUJO

23

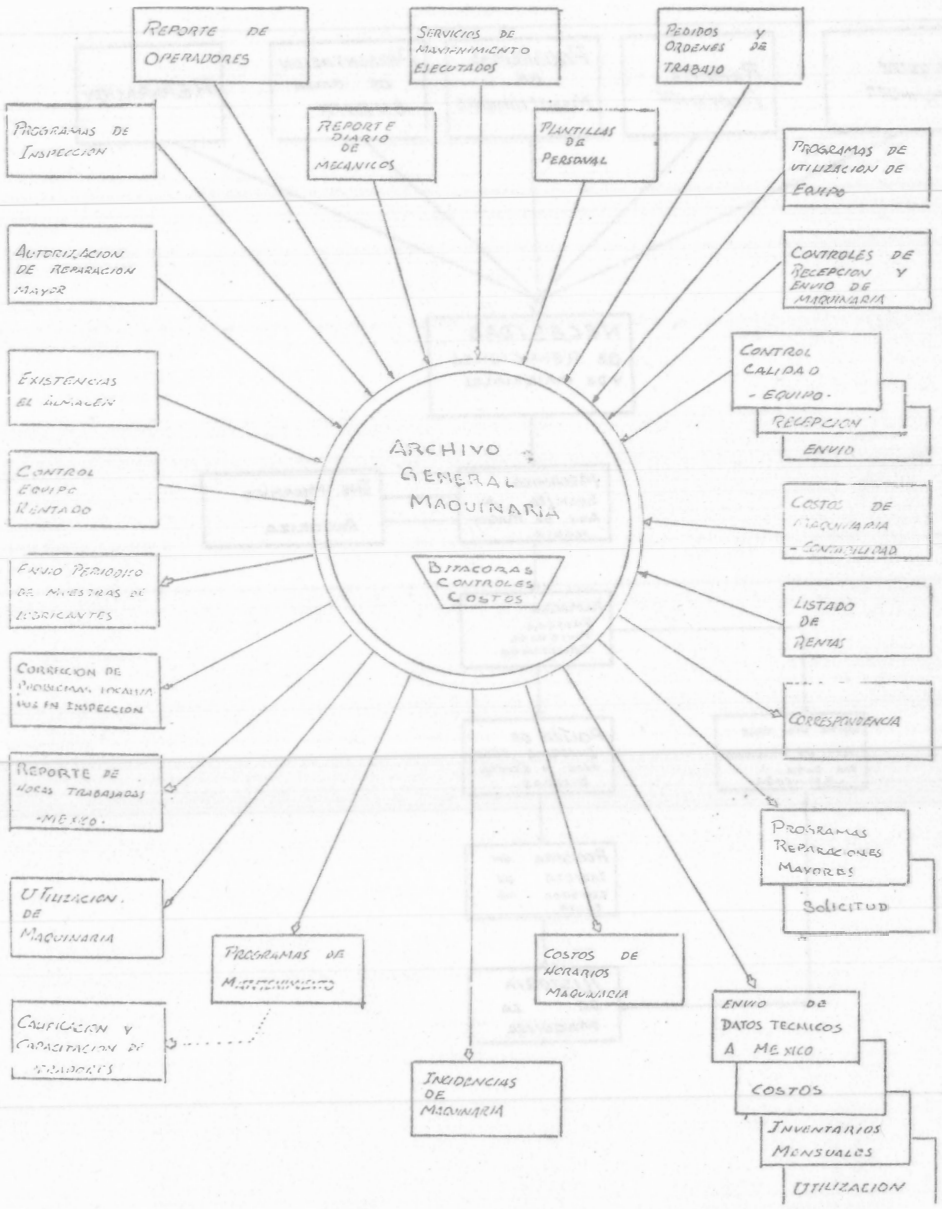
REPORTE DE OPERADORES



711

DIAGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

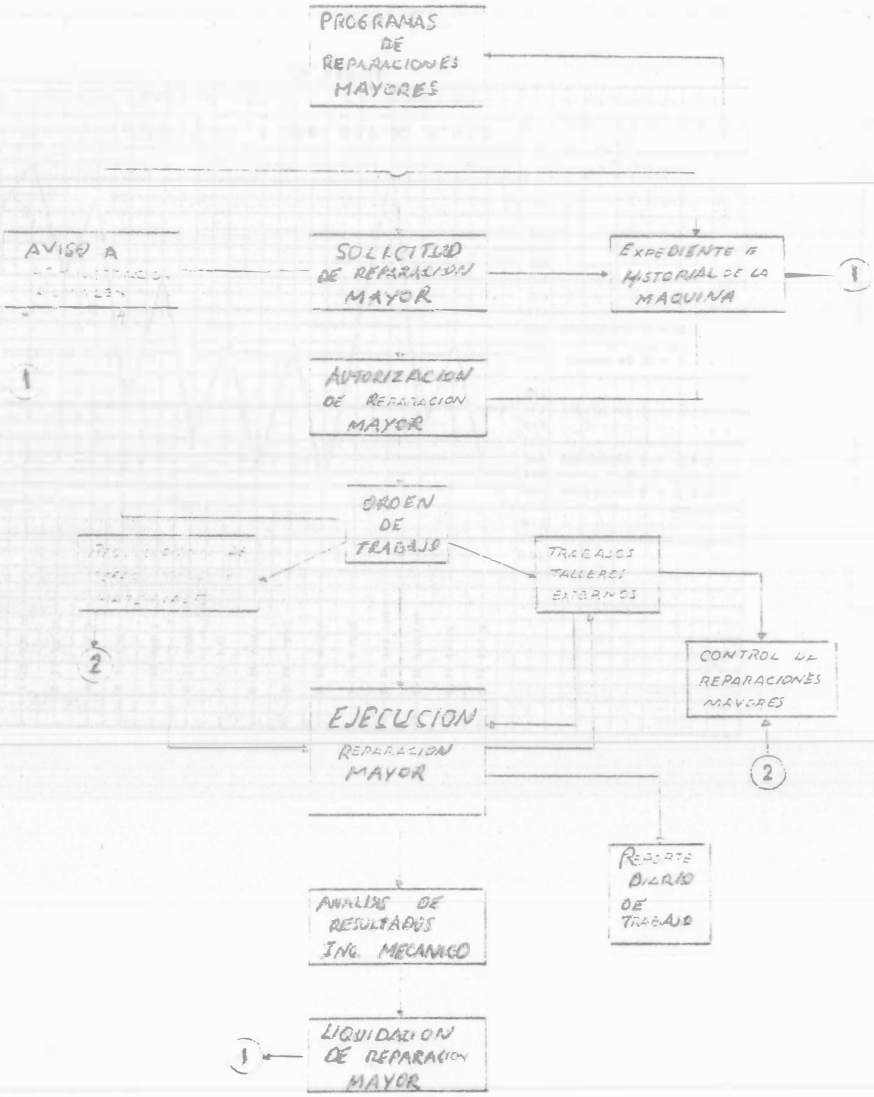
24



PROGRAMAS DE REPARACIONES MAYORES

25

7.2



7.3

1.2.4. Histograma de costos horarios de un grupo de maquinas tipo 'A'.

Resumen de resultados:

Equipo	Grupo de Máquinas tipo 'A'
Año	1969
Nº de máquinas consideradas	35
Nº de horas trabajadas en el Período.	más de 42,500

Resultados:

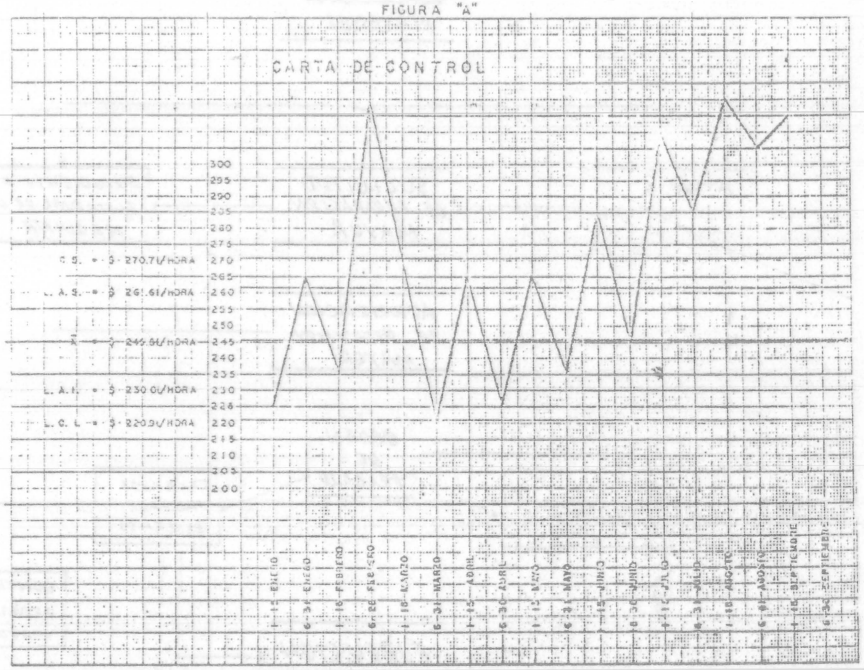
Costo Horario:	Media ($\bar{X}$)	Desviaciones Standard (S)	Fig.
Total	$245.85/Hr.	$47.76 / Hr.	1
Por Operación	$ 24.46/Hr.	$16.62 / Hr.	2
Por Consumo	$ 40.85/Hr.	$18.90 / Hr.	3
Por Mantenimiento	$ 37.71/Hr.	$45.06 / Hr.	4
Por Renta	$146.00/Hr.	$00.00 / Hr.	-

Forma de Reporte de costos horarios de maquinaria mayor.

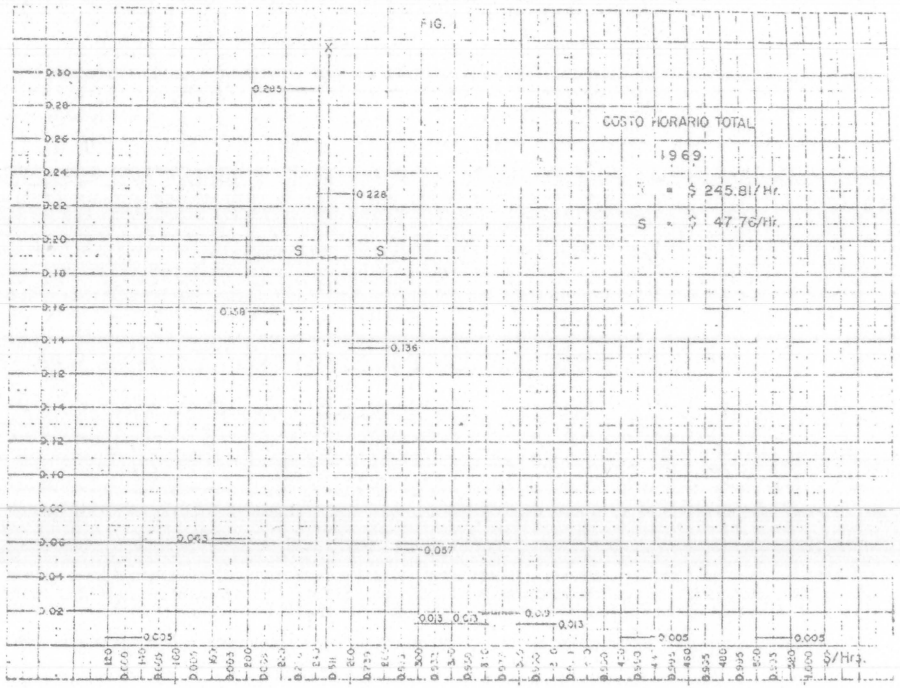
(1) No.	(2) Máquina	(3) Operación	(4) Consumo	(5) Mantenimiento	(6) Reservas	(7) LLantas	(8) Sumas	(9) Horas

Fecha _____ Revisó _____

FIGURA "A"



716



COSTO HORARIO TOTAL

1969

X = $ 245.81/Hr.

S = $ 47.76/Hr.

717

MOVIMIENTO DE TIERRAS

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA

(718)

CURSO DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

TEMAS: "REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO" Y
"MANTENIMIENTO DE EQUIPO"

COORDINADOR: ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA

EXPOSITORES: ING. SALVADOR ARRIETA
ING. CARLOS DE LA MORA
ING. JOSE HARTASANCHEZ GARAÑA.

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO

(719)

I INTRODUCCION

INFORMACION

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.
B) REPORTES DE OBRA
C) ELEMENTOS BASICOS PARA OPERAR UN SISTEMA DE INFORMACION DE COSTOS.

II COSTOS DE EQUIPO

CONCEPTOS Y DETERMINACION.

III FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO

A) OBJETIVO DEL REEMPLAZO
B) INTEGRACION DE LOS COSTOS PARA EL ANALISIS DE REEMPLAZO.

IV METODOLOGIA Y EJEMPLOS

A) METODO DE LA COMPARACION SIMPLE. EJEMPLO
B) METODO DE LOS COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS. EJEMPLO.
C) METODO DE LOS COSTOS DE LOS VALORES ACTUALIZADOS. EJEMPLO.

INFORMACION.

I INTRODUCCION

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

PARA HACER ANALISIS DE REEMPLAZO SE DEBE CONTAR CON QUE- LA INFORMACION PROVENIENTE DE CADA UNA DE LAS MAQUINAS - SEA HOMOGENEA.

DATOS OBTENIDOS CON CRITERIOS DIFERENTES DISTORSIONAN LOS RESULTADOS Y LLEVAN A DECISIONES INCORRECTAS.

BASICAMENTE LO QUE HAY QUE CUIDAR ES DEFINIR CADA COSTO- (O ELEMENTO PARA EL ANALISIS) LO MAS CLARAMENTE POSIBLE, Y VIGILAR SU CORRECTA DETERMINACION.

ANALISIS MUY PROVECHOSOS PUEDEN HACERSE DEL COSTO DE - - CONCEPTOS E INDEPENDIENTES DEL ANALISIS DE REEMPLAZO, QUE POR SI SOLOS JUSTIFICAN EL ESFUERZO DE ESTANDARIZAR - - CRITERIOS.

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

POR MUCHO TIEMPO SE HA SUPUESTO, QUE ES ECONOMICAMENTE - CONVENIENTE LA ESTANDARIZACION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION PESADA.

LA ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION SE FACILITA CON LA - ESTANDARIZACION DEL EQUIPO.

LA UTILIZACION DE DIFERENTES CLASES DE EQUIPO TIENDE A - - INCREMENTAR TIEMPOS PERDIDOS Y A DISMINUIR PRODUCCION.

ADICIONALMENTE A LA ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION SE - TIENEN CIERTAS VENTAJAS COMO SON:

CONOCIMIENTO DEL EQUIPO POR OPERADORES
CONOCIMIENTO DEL EQUIPO POR PERSONAL MECANICO
REFACCIONES DISPONIBLES Y CONJUNTOS.
MEJORAMIENTO EN LAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO, - PREDICTIVO Y PREVENTIVO.

POR ESTANDARIZACION NO SE DEBE ENTENDER NECESARIAMENTE TRABAJAR CON UNA SOLA MARCA, SINO ESTANDARIZAR MOTORES, TRANSMISIONES, COMPONENTES Y CONJUNTOS DE UN MISMO TIPO O LINEA.

INFORMACION

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION

ECONOMICAMENTE SE PUEDE CUANTIFICAR EL AHORRO:

A) EN INVENTARIO DE REFACCIONES.
B) EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.
C) EN MENOR COSTO PARA ESTANDARIZAR MOTORES DE LA MISMA LINEA.
D) EN MEJOR VALOR DE RESCATE DE EQUIPO.

Y TAMBIEN SE PUEDEN PRESENTAR CIERTAS DESVENTAJAS QUE - HAY QUE MEDIR POR LOS EFECTOS QUE CAUSEN EN CIERTOS TRABAJOS.

INFLEXIBILIDAD.- UTILIZACION DE CAPACIDAD NO NECESARIAMENTE ADECUADA:
RENDIMIENTO DUDOSO EN TRABAJOS DE GRAN VOLUMEN, QUE PUEDE SER MEJORADO VENTAJOSAMENTE CON OTRO EQUIPO.
AL CONTRARIO CAPACIDAD SOBRADA QUE IMPLICA UNA GRAN INVERSION PUDIENDO UTILIZAR- UN EQUIPO MAS SENCILLO Y MAS ECONOMICO.

A) PROBLEMAS DE ESTANDARIZACION.

DEPENDENCIA.- AL ESTANDARIZAR SE CORRE EL RIESGO DE - DEPENDER DE UNA SOLA MARCA, FABRICANTES O PROVEEDOR Y PUEDE OCASIONAR CONSECUENCIAS NEGATIVAS EN FALLAS POR FALTA DE - REFACCIONES.

TAMBIEN PUEDE SUCEDER QUE EL PROVEEDOR- ABUSE CON EL TIEMPO IMPONIENDO PRECIOS- Y CONDICIONES DE PAGO; ASI COMO UN - - DESCUIDO EN LA ASISTENCIA TECNICA POR - LA CONFIABILIDAD DE VENDER EL PRODUCTO.

TODO ESTO SUCEDE POR LA AUSENCIA DE - "COMPETENCIA" ENTRE LOS DISTRIBUIDORES- AL ESTABLECER EN FORMA INADECUADA CIERTOS TIPOS DE ESTANDARIZACION.

B) REPORTES DE OBRA.

PARA LA ESTANDARIZACION DE CRITERIOS ES CONVENIENTE- - ESTANDARIZAR LOS REPORTES.

EL REPORTE DIRECTO DE LA MAQUINA ES SU BITACORA, DONDE- SE ANOTAN HORAS TRABAJADAS, HORAS OCIOSAS Y EN MANTENI- MIENTO DIA CON DIA.

LA BITACORA SIRVE TAMBIEN PARA IR ANOTANDO EL COSTO DE- CADA UNO DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA MAQUINA.

SE RECOMIENDAN:

1) OPERACION.
2) CONSUMOS (COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES).
3) MANTENIMIENTO (PREVENTIVO Y CORRECTIVO).
4) RENTAS.
5) LLANTAS.
6) TALLER MECANICO.

EL ALMACEN DE LA OBRA PUEDE REPORTAR INFORMACION DE - - REFACCIONES UTILIZADAS Y FRECUENCIA.

EL SUPERINTENDENTE PUEDE INFORMAR PRODUCCION ALCANZADA,- PUES EN SENTIDO ESTRICTO EL ANALISIS DE REEMPLAZO DEBERIA GUIARSE POR EL "COSTO MINIMO POR M3."

B) REPORTES DE OBRA.

REPORTE DE OPERADOR (DIARIO).

HORAS TRABAJADAS.
TIEMPOS PERDIDOS (CAUSAS).
FALLAS PRESENTADAS.
TRABAJO REALIZADO.
FRENTE DE TRABAJO.

REPORTE DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMACION DE - SERVICIOS (COSTO DE MANTENIMIENTO).

PROGRAMA DE SERVICIO SEMANAL.
REPORTE DIARIO DE TRABAJO PERSONAL MECANICO.
REPORTE DE CONSUMO PERSONAL DE MANTENIMIENTO.
(CONTROL DE COSTOS),COMBUSTIBLES, ETC.(COSTO POR CONSUMOS).

BITACORAS.

CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA.
CONTROL DE SERVICIO (CUBRE UN ANO COMPLETO).
CONTROL GENERAL DE HORAS (POR MES).
HORAS DE SERVICIO 100,500,1000 HORAS,(REVISIO NES PERIODICAS).
CONTROL MENSUAL (HORAS TRABAJADAS, TIEMPOS - PERDIDOS ,OBSERVACIONES).

C) ELEMENTOS BASICOS PARA OPERAR UN SISTEMA DE INFORMACION DE COSTOS.

1) UNIFICACION DE CRITERIOS.
DEFINICION CLARA DE LOS CONCEPTOS DE COSTOS.

2) DISENO DEL SISTEMA CONTABLE ADECUADO AL TAMANO DE LA OBRA.
DISENO DE LOS REPORTES PARA LA INTEGRACION DEL DEL COSTO.

3) DISENO DE LA ORGANIZACION Y UTILIZACION DE LOS COSTOS OBTENIDOS.

4) REPORTES DE COSTOS A DIFERENTES NIVELES:

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA.
DEPARTAMENTO DE PLANEACION.
DEPARTAMENTO DE COMPRAS.
GERENCIA.

CONCEPTOS Y DETERMINACION DEL COSTO

LOS COSTOS DE EQUIPO MAYOR, MENOR Y VEHICULOS SE DIVIDEN EN LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

1) OPERACION
2) CONSUMOS
3) MANTENIMIENTO
4) RENTAS
5) LLANTAS
6) TALLER MECANICO

EL COSTO DEL TALLER MECANICO SE DIVIDE A SU VEZ EN:

6A) MANO DE OBRA.
6B) EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTA.
6C) MANTENIMIENTO.

LOS CONCEPTOS DE LOS COSTOS DE EQUIPO MAYOR, MENOR Y - VEHICULOS, SE DEFINEN Y SE DETERMINAN COMO SIGUE:

1) OPERACION

COSTO TOTAL DERIVADO DE LAS EROGACIONES QUE SE HACEN POR CONCEPTO DE PAGO DE SALARIOS AL PERSONAL ENCARGADO DE LA OPERACION DE LAS MAQUINAS.



SE DETERMINA EN BASE A LA LISTA DE RAYA IDENTIFICANDO A LOS OPERADORES Y AYUDANTES, DIRECTAMENTE ENCARGADOS DE LA MAQUINA O GRUPO DE MAQUINAS, CUANTIFICANDOSE A PARTIR DEL COSTO TOTAL QUE PARA LA EMPRESA REPRESENTA LA LABOR DE ESE TRABAJADOR.

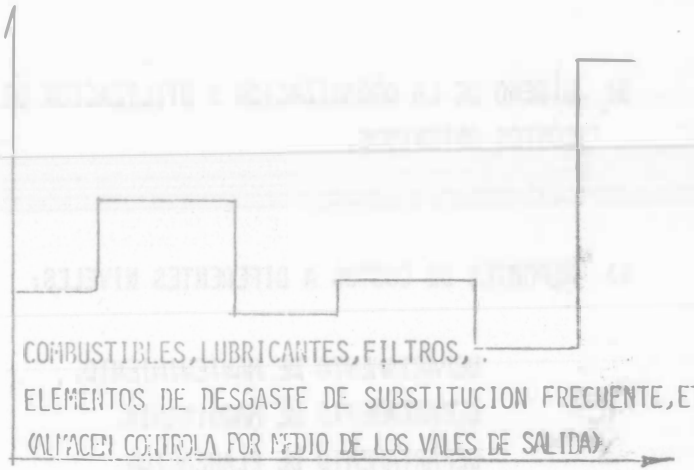
2) CONSUMOS

CARGOS ORIGINADOS POR:

2.1 COMBUSTIBLE O CUALQUIER OTRA FUENTE DE ENERGIA.

2.2 ELEMENTOS FILTROS Y LUBRICANTES EN GENERAL.

2.3 ELEMENTOS DE DESGASTE DE SUBSTITUCION FRECUENTE, COMO: CUCHILLAS, GAVILANES, TORNILLOS Y TUERCAS PARA LOS MISMOS, DIENTES PARA BOTES Y PARA ESCARIFICADORES, CABLE DE ACERO, MUELAS, CUÑAS, - - CONCAVOS, ETC.

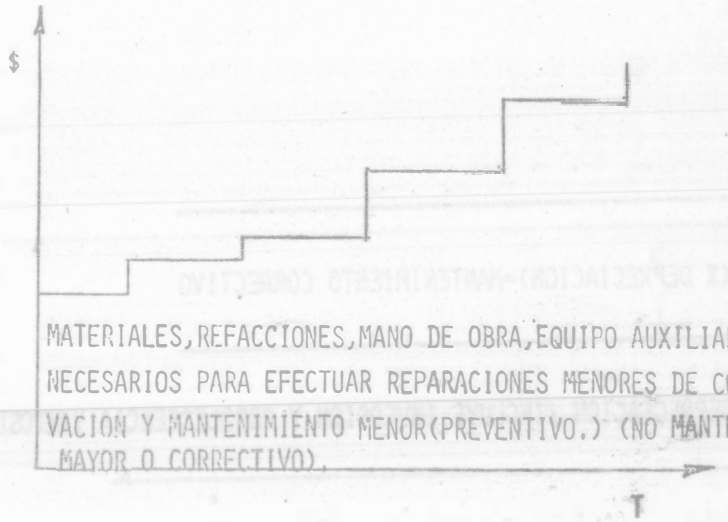


COSTOS DE EQUIPO.

SE DETERMINAN EN BASE AL REPORTE DE CARGOS QUE EL ALMACEN MENSUALMENTE ACUMULA DE LOS VALES DE SALIDA, QUE NOS - - INDICAN BASICAMENTE LA DESCRIPCION DE LA PIEZA, NO. DE - PARTE, NO.ECO. DE LA MAQUINA EN QUE SE VA A USAR Y EL - CARGO DE ACUERDO CON LOS CONCEPTOS DE COSTOS Y EL CATALO- GO DE CUENTAS DE LA OBRA.

3) MANTENIMIENTO MENOR

COSTOS OCASIONADOS POR MATERIALES, REFACCIONES, MANO- DE OBRA Y EQUIPO AUXILIAR, NECESARIOS PARA LLEVAR A - CABO TODAS LAS OPERACIONES DE RUTINA, SERVICIOS Y - - MANTENIMIENTO QUE SE REQUIEREN PARA CONSERVAR EN CON- DICIONES DE TRABAJO A LAS MAQUINAS DURANTE SU VIDA - UTIL Y QUE NO ESTAN CONSIDERADOS EN EL PUNTO ANTERIOR.



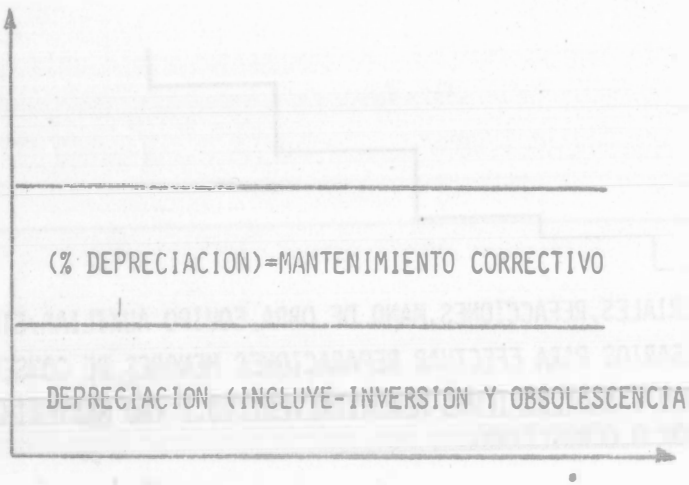
MATERIALES, REFACCIONES, MANO DE OBRA, EQUIPO AUXILIAR, ETC. NECESARIOS PARA EFECTUAR REPARACIONES MENORES DE CONSER- VACION Y MANTENIMIENTO MENOR (PREVENTIVO.) (NO MANTENIMIENTO MAYOR O CORRECTIVO).

SE DETERMINA EN LA MISMA FORMA QUE LOS CONSUMOS. DEBE - TENERSE ESPECIAL CUIDADO EN LA FORMULACION DE LOS VALES DE SALIDA DE ALMACEN PARA EVITAR ERRORES EN LOS CARGOS.

4) RENTAS

FORMADO POR LOS CONCEPTOS DE:

4.1 DEPRECIACION.
4.2 MANTENIMIENTO MAYOR. (CORRECTIVO).



SE DETERMINAN CON EL CARGO DE RENTAS QUE OFICINA MATRIZ, ENVIA MENSUALMENTE A TODAS LAS OBRAS, EN BASE A LAS HORAS TRABAJADAS REPORTADAS PARA CADA EQUIPO MAYOR Y EN - BASE AL EQUIPO MENOR Y VEHICULOS EXISTENTES EN OBRA SEGUN INVENTARIO FISICO.

LLANTAS.

COSTO INTEGRADO POR DOS CONCEPTOS: (AMORTIZACION Y - OPERACION).

5.1 AMORTIZACION (LLANTAS).

CARGO POR LA DISMINUCION DEL VALOR ORIGINAL DE LAS LLANTAS, COMO CONSECUENCIA DEL USO :

$$\text{AMORTIZACION HORARIA} = \frac{\text{VALOR DE ADQUISICION}}{\text{VIDA ECONOMICA DE LA LLANTA EN HORAS.}}$$

5.2 COSTO DE OPERACION (LLANTAS).

CARGO POR EL VALOR DE CAMARAS, VALVULAS, CORBATAS, TAPONES, SELLOS, BIRLOS PARA MASAS DE RUEDAS Y - TODAS LAS REFACCIONES, MATERIALES Y EQUIPO - - AUXILIAR NECESARIO PARA HACER LAS REPARACIONES DE LAS LLANTAS.

EL VALOR DE LAS LLANTAS DE EQUIPO MAYOR SE CARGA - - INTEGRAMENTE A LA PRIMERA OBRA DONDE SE ENVIA EL - - EQUIPO.

ES IMPORTANTE AL RECIBIR LAS MAQUINAS, FORMULAR DE - INMEDIATO EL AVALUO DE LLANTAS Y COMPARARLO CON EL - AVALUO DE LLANTAS DE LA OBRA REMITENTE. LA OBRA DEBE- COMENZAR A CREAR UN PASIVO DE ACUERDO CON EL VALOR - DEL AVALUO DE LLANTAS Y DE ACUERDO A LAS HORAS QUE - TRABAJE.

PARA LA ELABORACION DEL AVALUO DE LLANTAS SE ANEXA - LA TABLA DE CONVERSION DE MEDIDAS DE LLANTAS

SE DETERMINA ESTE COSTO TOTAL POR LLANTAS DE ACUERDO- CON EL REPORTE DE LAS HORAS TRABAJADAS MENSUALMENTE - POR CADA EQUIPO MAYOR Y AGREGANDOSE LOS COSTOS DE - -

OPERACION QUE SE RECIBEN COMO CARGOS EN LAS POLIZAS - DEL ALMACEN QUE CONTABILIZA LOS VALES DE SALIDA - - CORRESPONDIENTES.

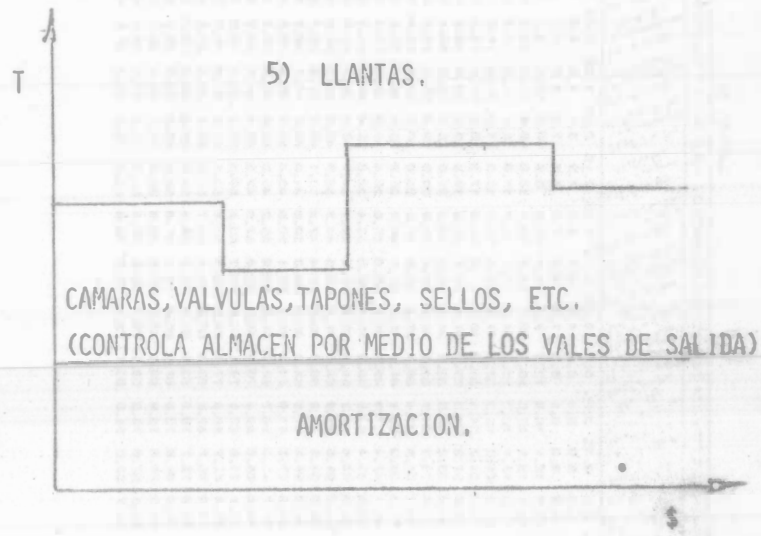


TABLA DE CONVERSION DIRECTA DE TREINTAIDOSAVOS DE PULGADA A PORCENTAJE DE LAS SIGUIENTES MEDIDAS DE LLANTAS.

Profundidad en 32 avos de pulgada	6.00-16	6.50-16	7.00-16	7.50-16	8.25-16	9.00-16	10.00-16	11.00-16	12.00-16	6.00-20	6.50-20	7.00-20	7.50-20	8.25-20	9.00-20	10.00-20	11.00-20	12.00-20	6.50-24 EXTRA	7.50-24 EXTRA	8.25-24 EXTRA	9.00-24 EXTRA	10.00-24 EXTRA	11.00-24 EXTRA	12.00-24 EXTRA
1/32	3.4%	3.6%	3.5%	3.3%	3.7%	3.8%	3.4%	2.8%	2.8%	2.1%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.6%	1.6%	1.3%	1.1%	1.4%	1.3%	1.2%	1.1%	1.0%	1.0%	0.7%
2/32	6.8	7.1	6.9	6.6	7.3	7.5	6.7	5.5	5.5	4.2	4.0	4.0	3.9	3.9	3.2	3.1	2.6	2.2	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.5
3/32	10.3	10.7	10.4	9.9	11.0	11.3	10.1	8.3	8.3	6.3	6.1	6.0	5.9	5.8	4.9	4.7	3.9	3.3	4.2	3.9	3.7	3.3	3.0	2.8	2.3
4/32	13.7	14.2	13.9	13.2	14.6	15.0	13.4	11.1	11.0	8.4	8.1	8.0	7.8	7.7	6.5	6.3	5.2	4.4	5.6	5.2	4.9	4.4	4.0	3.7	3.1
5/32	17.2	17.8	17.3	16.5	18.3	18.8	16.8	13.9	13.8	10.5	10.1	10.0	9.8	9.6	8.1	7.9	6.5	5.5	7.0	6.5	6.1	5.5	5.0	4.6	3.9
6/32	20.6	21.3	20.8	19.8	21.9	22.5	20.1	16.7	16.5	12.6	12.2	12.0	11.8	11.5	9.7	9.4	7.8	6.6	8.4	7.8	7.3	6.6	6.0	5.5	4.6
7/32	24.1	24.9	24.3	23.1	25.6	26.3	23.5	19.4	19.3	14.7	14.2	14.0	13.7	13.4	11.3	11.0	9.1	7.7	9.8	9.1	8.5	7.7	7.0	6.4	5.4
8/32	27.5	28.4	27.8	26.4	29.2	30.0	26.8	22.2	22.0	16.8	16.2	16.0	15.7	15.3	13.0	12.6	10.4	8.8	11.2	10.4	9.8	8.8	8.0	7.3	6.2
9/32	31.0	32.0	31.3	29.7	32.9	33.8	30.2	25.0	24.8	18.9	18.3	18.0	17.7	17.2	14.6	14.2	11.7	9.9	12.6	11.7	11.0	9.9	9.0	8.2	7.0
10/32	34.4	35.5	34.8	33.0	36.6	37.6	33.6	27.8	27.5	21.0	20.3	20.0	19.6	19.2	16.2	15.8	13.0	11.0	14.0	13.0	12.2	11.0	10.0	9.1	7.8
11/32	37.9	39.1	38.4	36.3	40.3	41.4	37.0	30.6	30.3	23.1	22.4	22.0	21.6	21.1	17.8	17.4	14.3	12.1	15.4	14.3	13.4	12.1	11.0	10.0	8.5
12/32	41.3	42.6	41.9	39.6	43.9	45.1	40.3	33.4	33.0	25.2	24.4	24.0	23.5	23.0	19.4	19.0	15.6	13.2	16.8	15.6	14.6	13.2	12.0	10.9	9.3
13/32	44.8	46.2	45.5	43.0	47.6	48.9	43.7	36.2	35.8	27.3	26.5	26.0	25.5	25.0	21.1	20.6	16.9	14.3	18.2	16.9	15.8	14.3	13.0	11.8	10.1
14/32	48.2	49.6	48.9	46.4	51.2	52.6	47.1	39.0	38.5	29.4	28.5	28.0	27.4	26.9	22.7	22.2	18.2	15.4	19.6	18.2	17.0	15.4	14.0	12.7	10.9
15/32	51.7	53.3	52.5	49.7	54.9	56.4	50.4	41.8	41.3	31.5	30.6	30.0	29.4	28.8	24.3	23.8	19.5	16.5	21.0	19.5	18.3	16.5	15.0	13.6	11.7
16/32	55.1	56.8	56.0	53.0	58.5	60.1	53.8	44.5	44.0	33.6	32.6	32.0	31.3	30.7	25.9	25.4	20.8	17.6	22.4	20.8	19.5	17.6	16.0	14.5	12.4
17/32	58.6	60.4	59.5	56.3	62.2	63.9	57.1	47.3	46.8	35.7	34.7	34.0	33.3	32.6	27.5	27.0	22.1	18.7	23.8	22.1	20.7	18.7	17.0	15.4	13.2
18/32	62.0	63.9	63.0	59.6	65.8	67.6	60.5	50.1	49.5	37.8	36.7	36.0	35.2	34.5	29.1	28.5	23.4	19.8	25.2	23.4	21.9	19.8	18.0	16.3	14.0
19/32	65.5	67.5	66.5	62.9	69.5	71.4	63.9	52.9	52.3	39.9	38.8	38.0	37.2	36.5	30.7	30.1	24.7	20.9	26.6	24.7	23.1	20.9	19.0	17.2	14.8
20/32	69.0	71.1	70.1	66.3	73.2	75.2	67.3	55.7	55.1	42.0	40.9	40.0	39.2	38.4	32.4	31.7	26.0	22.0	28.0	26.0	24.3	22.0	20.0	18.1	15.6
21/32	72.4	74.6	73.7	69.6	76.9	79.0	70.7	58.5	57.9	44.1	43.0	42.0	41.2	40.3	34.0	33.3	27.3	23.1	29.4	27.3	25.5	23.1	21.0	19.0	16.3
22/32	75.8	78.1	77.2	72.9	80.5	82.7	74.0	61.2	60.6	46.2	45.0	44.0	43.1	42.2	35.6	34.9	28.6	24.2	30.8	28.6	26.7	24.2	22.0	19.9	17.1
23/32	79.3	81.6	80.7	76.2	84.2	86.5	77.4	64.0	63.4	48.3	47.1	46.0	45.1	44.1	37.2	36.5	29.9	25.3	32.2	29.9	27.9	25.3	23.0	20.8	17.9
24/32	82.7	85.2	84.2	79.5	87.8	90.3	80.7	66.8	66.1	50.4	49.1	48.0	47.0	46.0	38.8	38.1	31.2	26.4	33.6	31.2	29.1	26.4	24.0	21.7	18.7
25/32	86.2	88.8	87.8	82.9	91.5	94.1	84.1	69.6	68.9	52.5	51.2	50.0	49.0	48.0	40.4	39.7	32.5	27.5	35.0	32.5	30.3	27.5	25.0	22.6	19.5
26/32	89.6	92.3	91.3	86.2	95.1	97.8	87.4	72.3	71.6	54.6	53.2	52.0	51.0	49.9	42.0	41.3	33.8	28.6	36.4	33.8	31.5	28.6	26.0	23.5	20.2
27/32	93.1	95.9	94.9	89.6	98.8	101.6	90.8	75.1	74.4	56.7	55.3	54.0	53.0	51.9	43.6	42.9	35.1	29.7	37.8	35.1	32.7	29.7	27.0	24.4	21.0
28/32	96.5	99.4	98.4	92.9	102.4	105.3	94.1	77.9	77.1	58.8	57.3	56.0	54.9	53.8	45.2	44.5	36.4	30.8	39.2	36.4	33.9	30.8	28.0	25.3	21.8
29/32	100.0	102.9	101.9	96.2	106.0	109.0	97.5	80.7	79.9	60.9	59.4	58.0	56.9	55.8	46.8	46.1	37.7	31.9	40.6	37.7	35.1	31.9	29.0	26.2	22.6
30/32		106.3	105.3	99.4	109.6	112.7	100.8	83.4	82.6	63.0	61.4	60.0	58.8	57.7	48.4	47.6	39.0	33.0	42.0	39.0	36.3	33.0	30.0	27.1	23.4
31/32			108.7	102.7	113.2	116.4	104.1	86.1	85.3	65.1	63.4	62.0	60.7	59.6	50.0	49.2	40.3	34.1	43.4	40.3	37.5	34.1	31.0	28.0	24.2
32/32				106.0	116.8	120.1	107.4	88.8	88.0	67.2	65.4	64.0	62.6	61.5	51.6	50.8	41.6	35.2	44.8	41.6	38.7	35.2	32.0	28.9	25.0

Profundidad en 32 avos de pulgada		6.50-24 EXTRA	7.50-24 EXTRA	8.25-24 EXTRA	9.00-24 EXTRA	10.00-24 EXTRA	11.00-24 EXTRA	12.00-24 EXTRA
0/32	Nota: Las llantas deben de retirarse para su reparación cuando tengan un 16% de vida, lo cual como se indica en treintaidosavos de pulgada, excepto cuando por cualquier motivo técnico tengan que retirarse antes. (Cortadas, abarrancamientos, explosiones, reseca, etc.)	51.4	50.5					
1/32		52.6	51.7					
2/32		54.2	53.1					
3/32		55.8	54.7					
4/32		57.4	56.2					
5/32		58.9	57.8					
6/32		60.5	59.3					
7/32		62.0	60.8					
8/32		63.6	62.4					
9/32		65.2	63.9					
10/32		66.8	65.5					
11/32		68.3	67.0					
12/32		69.9	68.6					
13/32		71.5	70.1					
14/32		73.0	71.7					
15/32		74.6	73.2					
16/32		76.2	74.8					
17/32		77.7	76.3					
18/32		79.3	77.8					
19/32		80.9	79.4					
20/32		82.4	80.9					
21/32		84.0	82.5					
22/32		85.6	84.0					
23/32		87.1	85.6					
24/32		88.7	87.1					
25/32		90.2	88.7					
26/32		91.8	90.2					
27/32		93.4	91.8					
28/32		94.9	93.3					
29/32		96.5	94.9					
30/32		98.0	96.4					
31/32		99.6	98.0					
32/32		100.0	99.5					

1.- Para determinar el valor de una Llanta Nueva se hará en la forma siguiente:

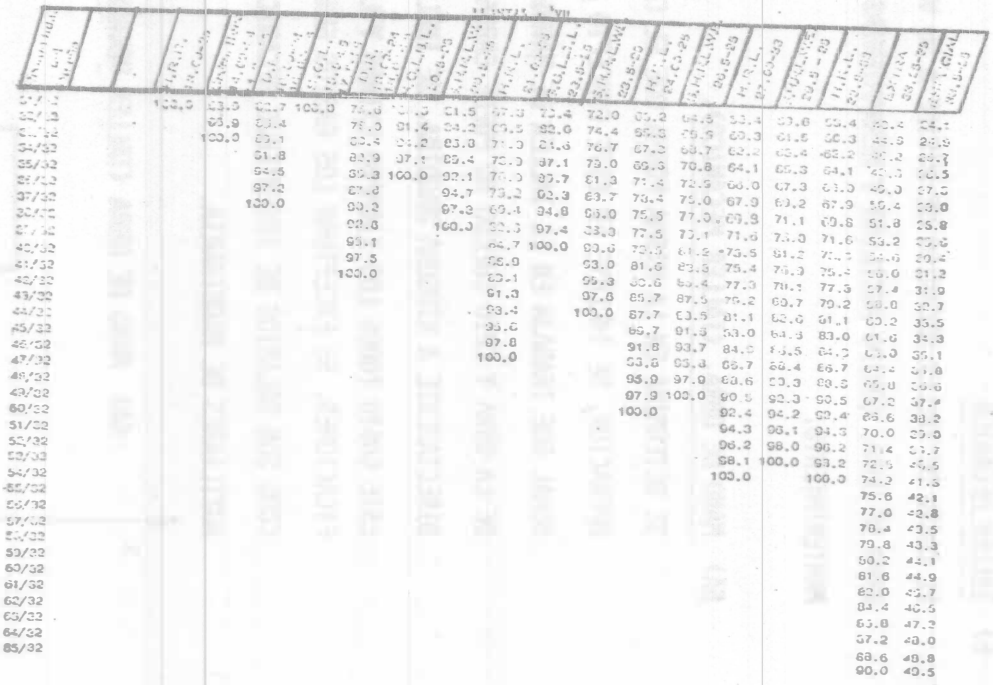
(A).- De el precio de la Llanta Nueva de le asignará un 53.4% al casco y el resto al piso (46.6%).

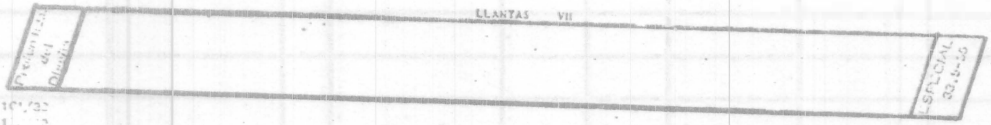
Ejem. Determinar el valor de una Llanta Nueva 16.00-25 que ha rodado 18/32 ó sea aprox. el 56% de su vida; precio Llanta 16.00-25 $10,000.00 de lo cual corresponde al casco $ 5,340.00 y al piso 4,660.00 por lo tanto como la Llanta ha rodado la mitad de su vida, el piso tendrá un valor de $3,333.00 que agregandole El Valor de el casco nos dará el valor real de la Llanta que será de: $8,673.00.

2.- Para determinar el valor de una Llanta Renovada se hará en la forma siguiente:

(A).- De el precio de la Llanta Nueva se le asignará un 10% al casco renovado (sin importar que renovación tenga la Llanta) y al piso el precio de renovación.

Ejem: Determinar el precio de una Llanta renovada 16.00-25 que ha rodado 18/32 ó sea aprox. el 50% de su vida; precio de Llanta 16.00-25 Nueva $10,000.00 valor del casco renovado - - - - $1,000.00 valor del piso - renovado $3,354.50 y como ha rodado el 50% de su piso, este tendrá el valor de: $1,670.75 que agregandole el valor de el casco renovado, nos dará el valor real de la Llanta.


LLANTAS VII


LLANTAS VII

AVALUO DE LLANTAS

Obra: _____

Fecha: _____

Máquina _____ Llegada de _____

No. Eco. _____ Salió a _____

Posición _____ Fecha _____

POSICION	MARCA	SERIE	MEDIDA Y NO. DE CAPAS	* N R	ESTADO	32avos	% VIDA	CASCO	PISO	TOTAL

BITACORA

ING. MECANICO (GUIA)

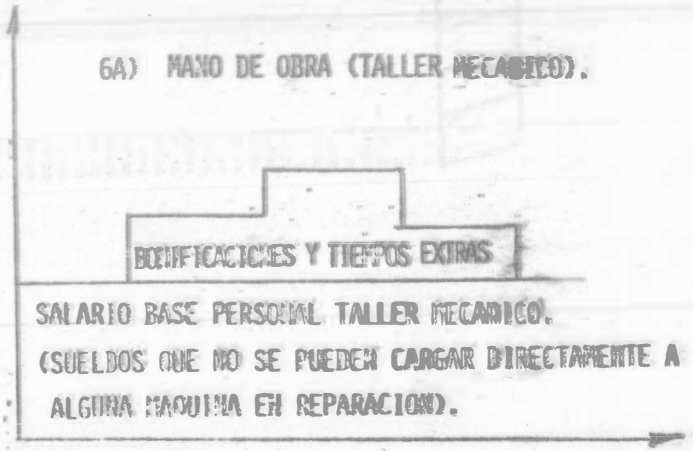
* N = Nueva
R = Renovada

6) TALLER MECANICO

EL COSTO DE TALLER MECANICO SE DIVIDE A SU VEZ EN: MANO DE OBRA, EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS Y - - MANTENIMIENTO.

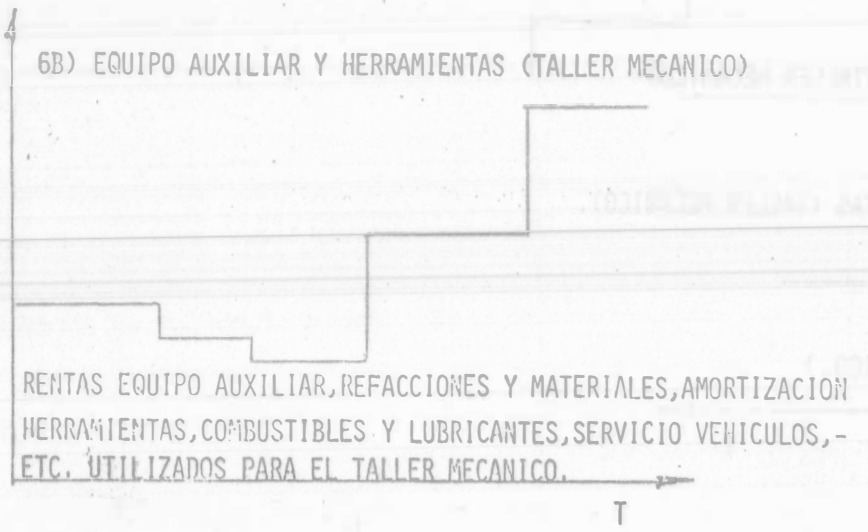
6A) MANO DE OBRA. (TALLER MECANICO).

SE DETERMINA EN LA MISMA FORMA QUE EL COSTO DE OPERACION, SE INCLUYE EN ESTE CONCEPTO AL PERSONAL QUE TRABAJA EN EL TALLER DE MAQUINARIA - DE LA OBRA Y CUYO SUELDO NO PUEDE CARGARSE - - DIRECTAMENTE A NINGUNA MAQUINA. SE INCLUYEN EN ESTE COSTO TODOS LOS TIEMPOS EXTRAS Y LAS BONIFICACIONES. SE EXCEPTUAN LOS GASTOS GENERALES, COMO SON SALARIOS DE INGENIEROS MECANICOS Y - AUXILIARES DE MAQUINARIA.



6B) EQUIPO AUXILIAR Y HERRAMIENTAS.(TALLER MECANICO).

COSTO ORIGINADO POR LAS RENTAS DE EQUIPO AUXILIAR , REFACCIONES Y MATERIALES, COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES NECESARIOS PARA MANTENER EN CONDICIONES DE TRABAJO EL EQUIPO AUXILIAR Y VEHICULOS AL SERVICIO DEL TALLER MECANICO. SE CONSIDERA TAMBIEN EN ESTA PARTE, EL COSTO OCASIONADO POR LA AMORTIZACION DE LA HERRAMIENTA AL SERVICIO DEL TALLER.



6C) MANTENIMIENTO (TALLER MECANICO).

COSTO DE MATERIALES QUE NO PUEDEN CARGARSE DIRECTAMENTE A UNA MAQUINA O GRUPO DE MAQUINAS.

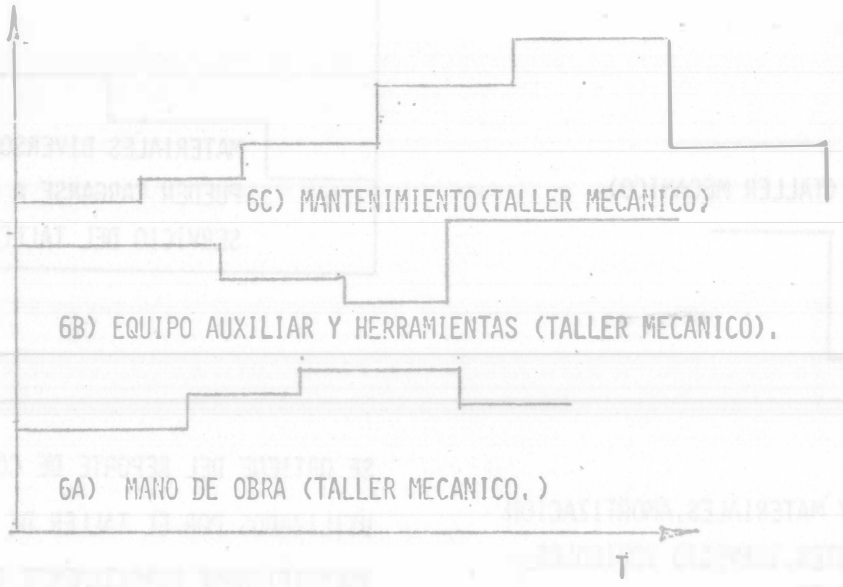


SE OBTIENE DEL REPORTE DE CONSUMOS DE MATERIALES - UTILIZADOS POR EL TALLER DE LA OBRA, QUE NO PUEDEN - IDENTIFICARSE DIRECTAMENTE CON NINGUNA MAQUINA.

COSTOS DE EQUIPO.

GRAFICA.

COSTO TOTAL - TALLER MECANICO.



MOVIMIENTO DE TIERRAS

METODO DE REEMPLAZO DE EQUIPO

ING. JOSE HARTASANCHEZ

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

A) OBJETIVOS DEL REEMPLAZO

LA UTILIZACION ECONOMICA DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION DEPENDE EN GRAN PARTE DE SU REEMPLAZO EN EL MOMENTO ECONOMICAMENTE-CONVENIENTE.

EXISTEN METODOS QUE PERMITEN DETERMINAR EL MOMENTO OPTIMO - DE REEMPLAZO.

LOS METODOS DE REEMPLAZO ECONOMICO DETERMINAN LA VIDA ECONOMICA PARA LA CUAL SE MAXIMIZA LA UTILIDAD NETA O MINIMIZA EL COSTO TOTAL.

EN LA PRACTICA LOS METODOS UTILIZADOS SON LOS QUE MINIMIZAN EL COSTO.

SU APLICACION PRACTICA SE HACE, AL EQUIPO CONSIDERADO - - MAYOR, EN ANALISIS INDIVIDUALES Y POR EQUIPO.

B) INTEGRACION DE LOS COSTOS PARA EL ANALISIS DE REEMPLAZO.

LOS COSTOS TRATADOS ANTERIORMENTE A NIVEL DE OBRA COMO OPERACION, CONSUMOS, MANTENIMIENTO, RENTAS, LLANTAS Y TALLER MECANICO SE INTEGRAN A LOS COSTOS QUE SE LLEVAN EN LA EMPRESA PARA EFECTOS DE ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPO, POLITICAS DE PRECIOS, EFICIENCIA, SELECCION DE EQUIPOS, ETC., DE LA SIGUIENTE FORMA:

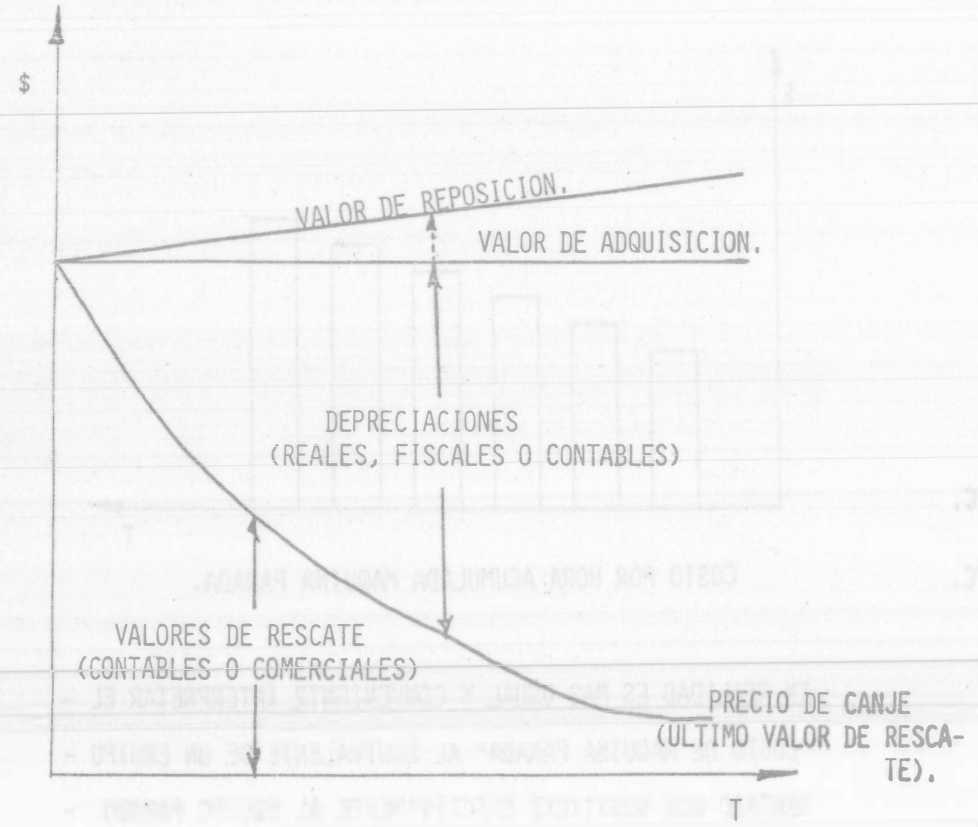
COSTOS A NIVEL DE OBRA	COSTOS A NIVEL DE EMPRESA.	
OPERACION		COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL
CONSUMOS		
MANTENIMIENTO (PREVENTIVO)		
LLANTAS		
TALLER MECANICO		
RENTAS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
	DEPRECIACION	DEPRECIACION
	COSTO DE CAPITAL	INVERSION
	INNOVACIONES TECNOLOGICAS	OBSOLESCENCIA
	EQUIPO IMPRODUCTIVO PARADO	MAQUINA PARADA

ES DECIR QUE LA INFORMACION ANTES DESGLOSADA QUE NOS ENVIA LA OBRA SE COMPUTA PARA EFECTOS DE ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPO EN LOS SIGUIENTES FACTORES QUE INCIDEN EN FORMA DIRECTA:

DEPRECIACION REAL.-	VALORES DE RESCATE, COMERCIALES REALES.
MAQUINA PARADA.-	VALORES COMERCIALES DE RENTA.
INVERSION.-	COSTO DE CAPITAL, TASA DE INTERES, ETC. ACTUALIZACION DEL DINERO.
MANTENIMIENTO.-	INTEGRADO POR TODOS LOS CONCEPTOS DE OPERACION, CONSUMOS, LLANTAS, TALLER MECANICO, MANTENIMIENTO MENOR O PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO MAYOR O CORRECTIVO. SE EXPLICA A CONTINUACION Y LO DENOMINAREMOS COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL.
OBSOLESCENCIA.-	INNOVACIONES TECNOLOGICAS

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

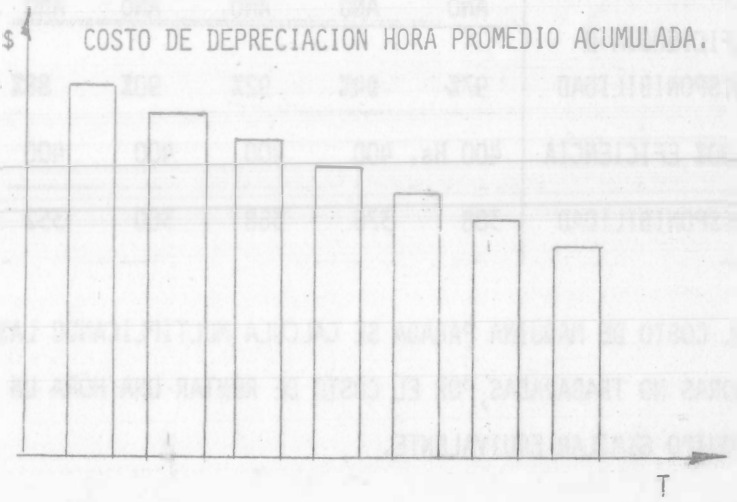
DEPRECIACION



COSTO DE DEPRECIACION

SE DETERMINA EN FUNCION DE LA DEPRECIACION QUE SE OBTIENE DE RESTAR AL VALOR DE REPOSICION (O VALOR DE ADQUISICION), EL VALOR DE RESCATE CORRESPONDIENTE Y DIVIDIENDO ESTE - - RESULTADO ENTRE EL NUMERO DE HORAS ACUMULADAS TRABAJADAS - POR PERIODOS.

EL VALOR DE REPOSICION SE PUEDE CALCULAR INCREMENTANDO EL- VALOR DE ADQUISICION ORIGINAL DEL 5% AL 15% POR AÑO O UN - PORCENTAJE MAYOR DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE MERCADO EXISTENTES; ACTUALMENTE ES MUY DIFICIL FIJAR UNA CIFRA - - POR LOS PROBLEMAS EXISTENTES EN EL SISTEMA DE PRECIOS.



EL COSTO DE DEPRECIACION ACONSEJA RETENER LA MAQUINA O - EQUIPO EN CUESTION PUES EL COSTO SIEMPRE ES DECRECIENTE.

MAQUINA PARADA

TIEMPOS DE MAQUINA PARADA

(TIEMPOS MUERTOS).

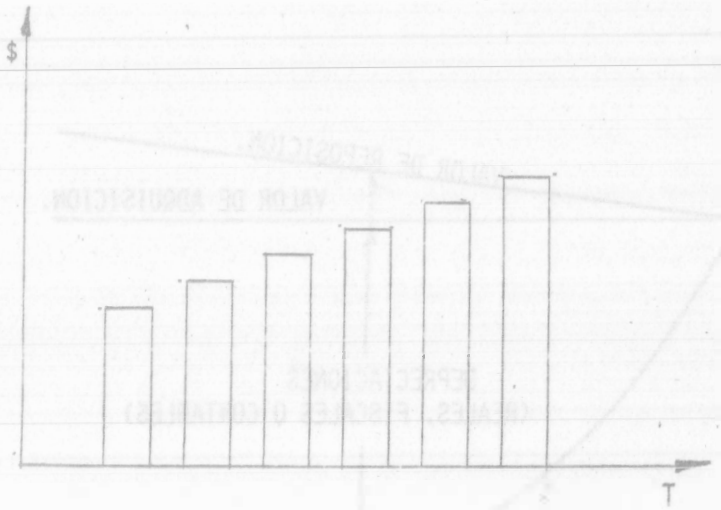
EN TERMINOS GENERALES SE CONSIDERA QUE LA EFICIENCIA DE UN EQUIPO NO ES EL 100% Y EXISTE UNA REGLA EMPIRICA DE CONSIDERAR UN 3% DE DIFERENCIA PARA LOS 3 PRIMEROS AÑOS Y - - DESPUES UN DECREMENTO DE 2% DURANTE 6 AÑOS.

ES DECIR:

	1ER. AÑO	2o. AÑO	3ER. AÑO	4o. AÑO	5o. AÑO	ETC.
EFICIENCIA O DISPONIBILIDAD	97%	94%	92%	90%	88%	ETC.
100% EFICIENCIA	400 Hs.	400	400	400	400	
DISPONIBILIDAD	388	376	368	360	352	

EL COSTO DE MAQUINA PARADA SE CALCULA MULTIPLICANDO LAS - - HORAS NO TRABAJADAS, POR EL COSTO DE RENTAR UNA HORA UN - - EQUIPO SIMILAR EQUIVALENTE.

SE ACUMULAN LOS COSTOS Y SE DIVIDE ENTRE LAS HORAS ACUMULADAS POR PERIODO DE TIEMPO.



COSTO POR HORA ACUMULADA MAQUINA PARADA.

EN REALIDAD ES MAS USUAL Y CONVENIENTE INTERPRETAR EL - "COSTO DE MAQUINA PARADA" AL EQUIVALENTE DE UN EQUIPO - RENTADO QUE SUSTITUYE EFECTIVAMENTE AL EQUIPO PARADO - POR CAUSAS IMPREVISIBLES O SIMPLEMENTE CONSIDERAR ESTE- COSTO DE UN EQUIPO RENTADO AUNQUE SEA POR FALTA DE - - TRAMO O CUALQUIER OTRO MOTIVO.

MUCHAS VECES EL TENER EQUIPO PARADO ES MUCHO MAS COSTOSO QUE EL COSTO DE UN EQUIPO RENTADO, POR LO QUE SE DEJA DE-PRODUCIR; PERO PARA EFECTOS DE ESTANDARIZAR CRITERIOS - ASI LO CONSIDERAREMOS SIEMPRE.

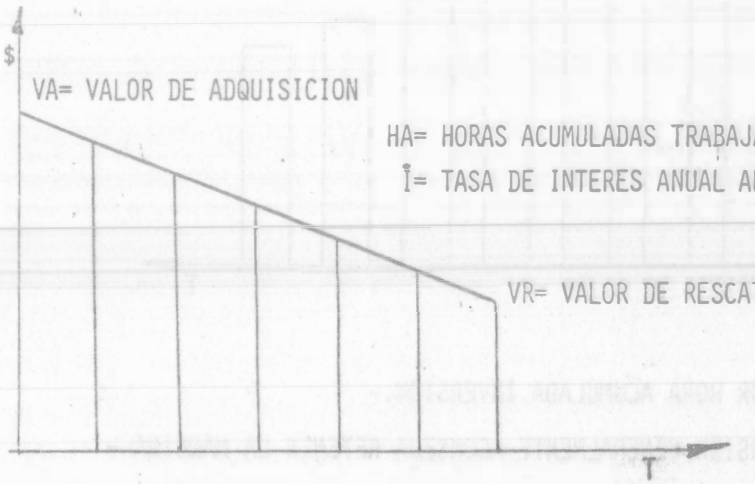
EL COSTO POR TIEMPO O MAQUINA PARADA ACONSEJA TOMAR - - MEDIDAS CORRECTIVAS DE URGENCIA, PUES ES MUY SIGNIFICATIVO SU INCREMENTO CON EL TIEMPO. SI ES POR DESCOMPOSTURAS ES OBVIO QUE SE TIENE QUE SUSTITUIR EL EQUIPO PRONTO CON UN ADECUADO CRITERIO DE SELECCION Y REEMPLAZO SIMULTANEAMENTE PARA NO CAER POR COSTUMBRE EN UTILIZAR EQUIPOS-OBSOLETOS E INADECUADOS.

INVERSION

COSTO DE INVERSION.

SE INTERPRETA COMO EL COSTO DEL CAPITAL, ES DECIR QUE ES EL CARGO EQUIVALENTE A LOS INTERESES Y A LOS IMPUESTOS QUE - - OCASIONA EL CAPITAL INVERTIDO EN LA COMPRA DEL EQUIPO.

SE CALCULA EN PROMEDIO DE LA SIGUIENTE FORMA.

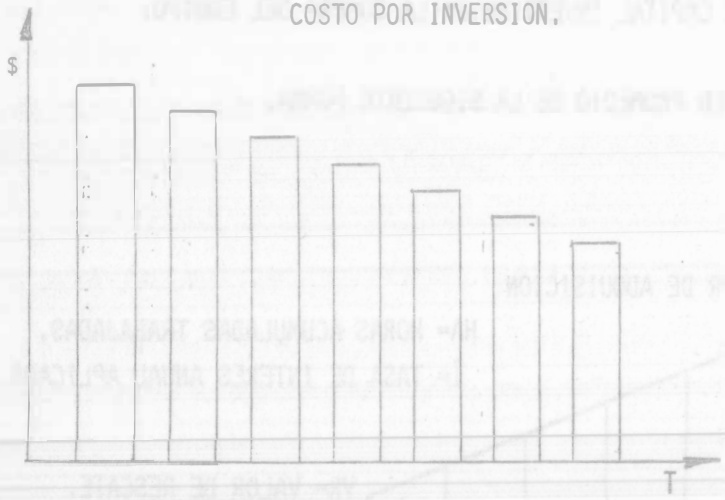


I = COSTO POR INVERSION.

$$I = \frac{VA + VR}{2\,HA}\, i$$

COSTO POR INVERSION.- ES EL PROMEDIO DEL VALOR DE - - ADQUISICION MAS EL VALOR DE RESCATE MULTIPLICADO POR LA- TASA DE INTERES CONSIDERADA ENTRE EL NUMERO DE HORAS - - ACUMULADAS PARA OBTENER EL COSTO POR INVERSION POR HORA- PROMEDIO ACUMULADA.

COSTO POR INVERSION.



COSTO POR HORA ACUMULADA INVERSION.-

LA INVERSION GENERALMENTE ACONSEJA RETENER LA MAQUINA - DADO QUE EL COSTO DE CAPITAL TIENDE A DISMINUIR. (LA - INVERSION ES RENTABLE).

LA SUMA DE MINIMIZAR LOS COSTOS NOS DETERMINARA MAS - - ADELANTE EL MOMENTO DE COSTO MINIMO OPTIMO, DESPUES DEL - CUAL SE ACONSEJA ESTUDIAR EL REEMPLAZO DE EQUIPO; ES - - DECIR CUANDO LOS COSTOS EMPIEZAN A INCREMENTARSE EN - - FORMA CONTINUA Y MUESTRAN QUE SEGUIRAN ESA TENDENCIA.

EN FORMA ESTRICTA SE DEBE UTILIZAR EL CONCEPTO DE "VALOR ACTUALIZADO" QUE CALCULA EL VALOR DEL DINERO EN EL - - TIEMPO RELACIONANDO LAS CANTIDADES EROGADAS CON LOS - - PERIODOS, TRASLADANDO LA INVERSION TOTAL A UN PUNTO DE - REFERENCIA (HORIZONTE EN EL TIEMPO) PARA TOMAR LA - - DECISION CON SEGURIDAD DEL VALOR ABSOLUTO.

MANTENIMIENTO

EL COSTO DE MANTENIMIENTO ES UNO DE LOS COSTOS MAS SIGNIFICATIVOS, ESTE SE DIVIDE EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - - (MENOR), Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO (O MAYOR).

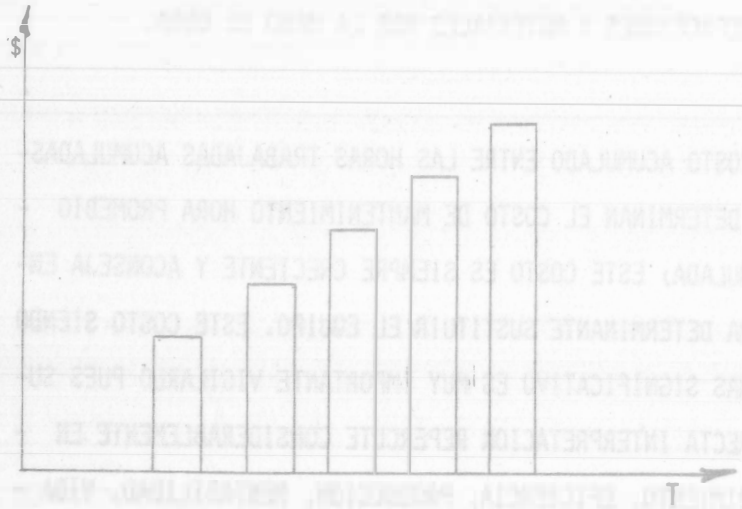
EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO CORRESPONDE A LOS GASTOS OCASIONADOS EN REPARACIONES MENORES Y EN MANTENIMIENTO COMO- SU NOMBRE LO INDICA PARA CONSERVAR EN CONDICIONES DE - - TRABAJO LA MAQUINA DURANTE SU VIDA UTIL SIN NECESIDAD DE- INTERRUMPIR GRAVOSAMENTE SU RITMO DE TRABAJO. (MATERIALES, REFACCIONES, MANO DE OBRA, EQUIPO AUXILIAR, ETC.)

EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO O MAYOR CORRESPONDE A LAS EROGACIONES POR CONCEPTO DE REPARACIONES GENERALES EN LAS QUE SI ES DETERMINANTE DESARMAR TOTALMENTE Y DEJAR AL EQUIPO - NUEVAMENTE EN CONDICIONES DE TRABAJO. ESTE MANTENIMIENTO - SI OCASIONA PAROS EN LOS FRENTES DE TRABAJO QUE HAY QUE - PREVEER CON EQUIPO ALTERNATIVO.

EL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ES LA SUMA DE LOS DOS - ANTERIORES Y SE CALCULA EN BASE A LOS REPORTES DE ALMACEN DE REFACCIONES Y MATERIALES MAS LA MANO DE OBRA.

EL COSTO ACUMULADO ENTRE LAS HORAS TRABAJADAS ACUMULADAS- NOS DETERMINAN EL COSTO DE MANTENIMIENTO HORA PROMEDIO - ACUMULADA; ESTE COSTO ES SIEMPRE CRECIENTE Y ACONSEJA EN- FORMA DETERMINANTE SUSTITUIR EL EQUIPO. ESTE COSTO SIENDO EL MAS SIGNIFICATIVO ES MUY IMPORTANTE VIGILARLO PUES SU- CORRECTA INTERPRETACION REPERCUTE CONSIDERABLEMENTE EN - RENDIMIENTO, EFICIENCIA, PRODUCCION, RENTABILIDAD, VIDA - UTIL, MAQUINA PARADA, ETC.; ES SIN DUDA UN RENGLON A DESA ROOLLAR CON ALTA TECNICA Y CONTROL POR LOS BENEFICIOS QUE REPRESENTA.

COSTO POR HORA ACUMULADA MANTENIMIENTO.



EXISTEN OTRAS DIVISIONES DEL MANTENIMIENTO; QUE SON - - CONCEPTOS QUE NO HEMOS CONSIDERADO COMO EL MANTENIMIENTO-PREDICTIVO Y EL MANTENIMIENTO DE RECONSTRUCCION. ESTOS NO ESTAN INCLUIDOS EN LOS CONCEPTOS ANTES MENCIONADOS POR - SER CASOS PARTICULARES QUE SE INTEGRAN EN OTROS ESTUDIOS.

OBSOLESCENCIA

SE CONSIDERA EL EFECTO QUE PRODUCEN LAS INOVACIONES TECNOLOGICAS, ES DECIR LA CAPACIDAD DE PRODUCCION QUE PUEDEN - TENER LOS EQUIPOS CON LAS MEJORAS DE DISEÑOS.

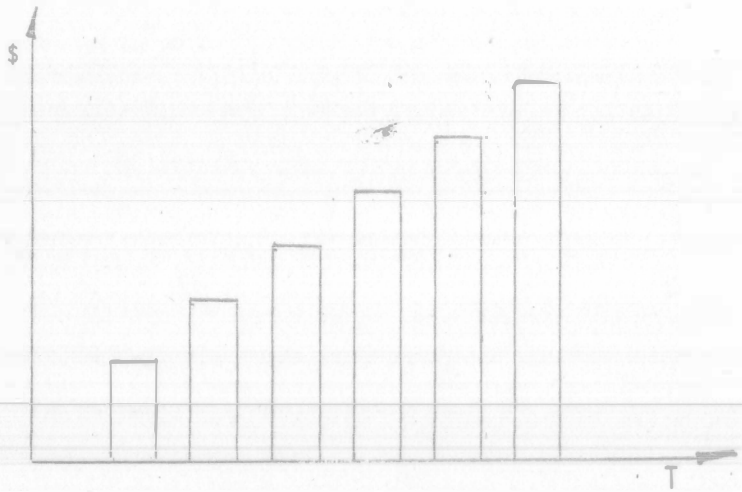
LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL EQUIPO AUMENTA EN TERMINOS - - GENERALES UN PROMEDIO DEL 5% ANUAL, ESTE AUMENTO NO ES - - NECESARIAMENTE UNA CURVA SUAVE SINO QUE PUEDE AUMENTAR - - ABRUPTAMENTE CON LA INTRODUCCION DE UN NUEVO MODELO.

BASANDONOS EN ESTE PROMEDIO DE POTENCIAL DE PRODUCCION DEL 5% ANUAL, VAMOS A CONSIDERAR CONSERVADORAMENTE QUE SE INTRODUCE SOLAMENTE UN NUEVO MODELO DEL EQUIPO EN CUESTION CADA-TRES AÑOS CON UN 15% DE AUMENTO EN EL POTENCIAL PRODUCTIVO.

LAS HORAS ADICIONALES DE OPERACION REQUERIDAS CON EL EQUIPO OBSOLETO PARA PRODUCIR LO MISMO QUE LA MAQUINA NUEVA ES LO-QUE SE CONSIDERA COMO COSTO DE OBSOLESCENCIA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

LOS EFECTOS ADVERSOS DEL EQUIPO OBSOLETO (ANTICUADO), SON DETERMINANTES COMO LO MUESTRA LA GRAFICA QUE ACONSEJA - REEMPLAZAR EL EQUIPO PUES LOS COSTOS SE INCREMENTAN AL NO ACTUALIZAR EL EQUIPO POR ESTE CONCEPTO.



COSTO POR HORA ACUMULADA OBSOLESCENCIA.

III.- FACTORES PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

OTROS CONCEPTOS IMPLICITOS EN LOS FACTORES A UTILIZAR SON:

VIDA DE LA MAQUINA.- (UTILIZACION).

VIDA ECONOMICA, EL PERIODO DESDE LA FECHA EN QUE COMIENZA A TRABAJAR EL EQUIPO, O A PRESTAR UN SERVICIO DETERMINADO- HASTA LA FECHA EN QUE ES RETIRADO DE ESE TIPO DE TRABAJO- O SERVICIO.

LA VIDA ECONOMICAMENTE UTIL DEBE ESTIMARSE COMO EL PERIODO DE SERVICIO, PARA EL CUAL EL COSTO ANUAL TODAVIA ES MINIMO, ES DECIR QUE LA DECISION DE REEMPLAZO ES EL RESULTADO DE - SABER QUE UN EQUIPO NUEVO EQUIVALENTE DARIA COSTOS MAS - - BAJOS. (INCLUYENDO INVERSION).

COSTO DE REPOSICION.-

CONCEPTO A VECES UTILIZADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE - - RESCATE COMERCIAL REAL EN EL COSTO DE DEPRECIACION. TIENE- QUE VER CON LA VARIACION DEL PRECIO EN EL TIEMPO DE UN - - EQUIPO EQUIVALENTE.

DEPRECIACION REAL VS. DEPRECIACION FISCAL O CONTABLE.

ADEMAS EXISTEN OTROS COSTOS O CARGOS QUE NO SON PRECISAMENTE DE EQUIPO AUNQUE EN ALGUNOS CASOS SI SE PUEDEN CONSIDERAR: SEGUROS, TRANSPORTES Y ALMACENAJE.

CARGO POR SEGUROS.-

ES EL NECESARIO PARA CUBRIR LOS RIESGOS A QUE ESTA SUJETA LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION DURANTE SU VIDA ECONOMICA, POR ACCIDENTES QUE PUEDE SUFRIR. ESTE CARGO EXISTE TANTO EN EL CASO DE QUE LA MAQUINARIA SE ASEGURE EN UNA COMPANIA DE SEGUROS, COMO EN EL CASO DE QUE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DECIDA HACER FRENTE, CON SUS PROPIOS RECURSOS, A LOS POSIBLES RIESGOS DE LA MAQUINARIA.(AUTOASEGURAMIENTO).

CARGO POR ALMACENAJE.-

ES EL DERIVADO DE LAS EROGACIONES NECESARIAS PARA LA GUARDA Y LA VIGILANCIA DE LA MAQUINARIA DURANTE SUS PERIODOS DE INACTIVIDAD, DENTRO DE SU VIDA ECONOMICA. INCLUYE TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN POR ESE MOTIVO COMO SON: LA RENTA O AMORTIZACION Y MANTENIMIENTO DE LAS BODEGAS O PATIOS DE GUARDA Y LA VIGILANCIA NECESARIA PARA LA MAQUINARIA.

CARGO POR TRANSPORTE.-

EN TERMINOS GENERALES, EL TRANSPORTE DE LA MAQUINARIA SE CONSIDERA COMO CARGO INDIRECTO, PERO CUANDO SEA CONVENIENTE A JUICIO DE LA DEPENDENCIA, PODRA TOMARSE EN CUENTA DENTRO LOS CARGOS DIRECTOS, O COMO UN CONCEPTO DE TRABAJO ESPECIFICO.

ALTERNATIVA DE CONSERVAR MAQUINA USADA:

$$CMU = 150{,}000^{a} + 40{,}000^{b} \times 12 - 100{,}000^{d}$$

$$= 150{,}000 + 480{,}000 - 100{,}000$$

$$CMU = 530{,}000$$

ALTERNATIVA DE CONSERVAR MAQUINA NUEVA:

$$CMN = (600{,}000^{c} - 150{,}000^{c}) + 25{,}000^{f} \times 12 - 300{,}000^{g}$$

$$= 450{,}000 + 300{,}000 - 300{,}000$$

$$CMN = 450{,}000$$

LA ALTERNATIVA DE MAQUINA NUEVA TIENE COSTO MENOR Y POR-
LO TANTO ES LA ECONOMICAMENTE MAS ADECUADA.

A) METODO DE COMPARACION SIMPLE.

ESTE METODO SE UTILIZA CUANDO SE ENCUENTRA UNO FRENTE A LA ALTERNATIVA DE INVERTIR UNA CANTIDAD IMPORTANTE EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA QUE UNA MAQUINA SIGA TRABAJANDO O - DE VENDERLA Y ADQUIRIR UNA NUEVA QUE EJECUTE EL TRABAJO.

SE ILUSTRA CON EL SIGUIENTE EJEMPLO:

DURACION DEL TRABAJO A EJECUTAR: UN AÑO.

DATOS DE LA MAQUINA USADA:

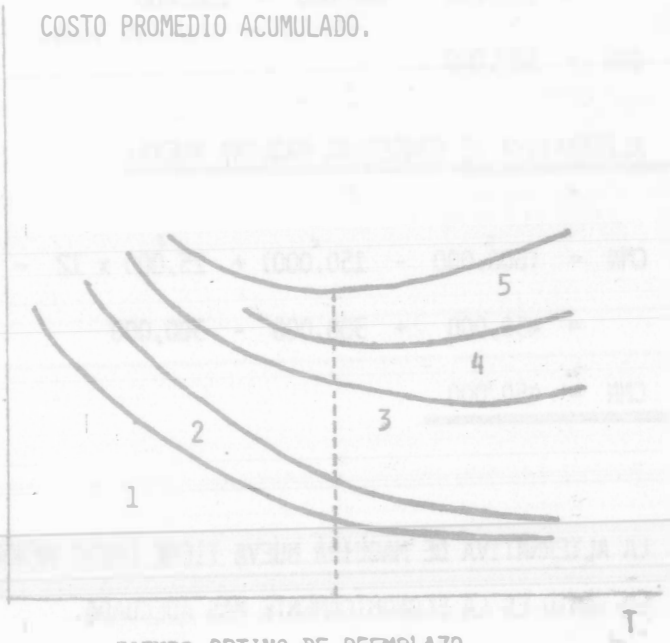
VALOR DE MANTENIMIENTO MAYOR:	$ 150,000	a
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL:	$ 40,000	b
VALOR DE RESCATE ACTUAL:	$ 150,000	c
VALOR DE RESCATE AL FINAL DEL TRABAJO	$ 100,000	d

DATOS DE LA MÁQUINA NUEVA:

VALOR DE ADQUISICION:	$ 600,000.	e
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL:	$ 25,000	f
VALOR DE RESCATE AL FINAL DEL TRABAJO:	$ 300,000	g

B) METODO DE LOS COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS.

PRESENTACION DE ESTE METODO EN DIAPOSITIVAS



TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO
COSTO MINIMO

1 DEPRECIACION
2 INVERSION
3 MANTENIMIENTO
4 OBSOLESCENCIA
5 MAQUINA PARADA

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

C) METODO DE LOS COSTOS ACTUALIZADOS.

EL PROBLEMA PARA CUALQUIER EQUIPO QUE CONSIDEREMOS SE - PUEDE RESUMIR POR LA SIGUIENTE PREGUNTA: EN QUE - - MOMENTO HAY QUE REEMPLAZAR UN EQUIPO ?

TRES EJEMPLOS DE SOLUCIONES SERAN EXPLICADOS.

LOS DOS PRIMEROS SERAN CONSAGRADOS A UNA PRESENTACION - SIMPLIFICADA DEL METODO; EL TERCER EJEMPLO SERA MAS - - COMPLETO TOMANDO EN CUENTA MUY PARTICULARMENTE LOS - - EFECTOS DE LA ACTUALIZACION.

PRIMER EJEMPLO:

UN TRANSPORTISTA COMPRA UN CAMION NUEVO CUYO VALOR ES - DE $ 60,000.00, EL QUIERE SABER CUAL ES EL TIEMPO OPTIMO DE REPOSICION DE ESTE EQUIPO, ES DECIR, AL CABO DE CUAN- TOS AÑOS HAY QUE VENDERLO PARA COMPRAR UNO NUEVO.

LOS DATOS NECESARIOS SON:

A) EL RITMO DE DEPRECIACION DEL EQUIPO. ESTE RITMO SE - APLICA NO SOLO POR LA AMORTIZACION CONTABLE O FISCAL PERO TAMBIEN POR EL VALOR REAL DE REVENTA O RESCATE, AL CABO DE UN AÑO.... N AÑOS. (COSTO DE DEPRECIACION).

EN ESTE CASO SUPONDREMOS QUE ESTE VALOR DE REVENTA - ES DE:

$ 30,000.00 AL CABO DE 1 AÑO
$ 15,000.00 AL CABO DE 2 AÑOS
$ 7,500.00 AL CABO DE 3 AÑOS
$ 3,750.00 AL CABO DE 4 AÑOS
$ 2,000.00 AL CABO DE 5 AÑOS
$ 2,000.00 AL CABO DE 6 AÑOS

ESTOS $ 2,000.00 SON VALIDOS PARA CUALQUIER AÑO DESPUES DEL 5°., Y ESTOS REPRESENTAN EL VALOR DE RESCATE EN - - CUALQUIER MOMENTO, INCLUSIVE COMO CHATARRA. (ULTIMO - - VALOR DE RESCATE O PRECIO DE CANJE).

ESTA HIPOTESIS DE DEPRECIACION SUPONE QUE EL CAMION - - PIERDE CADA AÑO LA MITAD DE SU VALOR; ESTO ES MUCHAS - VECES MAS REALISTA QUE CIERTAS CONVENCIONES FISCALES O- CONTABLES.

B) LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y DE EXPLOTACION ANUALES DEL EQUIPO.

LA UTILIZACION DEL CAMION TIENE DOS SERIES DE CONSE- CUENCIAS.

1A.- INCREMENTOS DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO Y DE REPARACION. (COSTO DE MANTENIMIENTO.).

2A.- ABATIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD O DE LA CALIDAD DEL SERVICIO REQUERIDO. (COSTO DE OBSOLESCENCIA).

POR LO TANTO HAY QUE BUSCAR CUANTO CUESTA LA UTILIZACION DE ESTE CAMION A LO LARGO DE LOS AÑOS, SUPONIENDO QUE EL SERVICIO SERA CONSTANTE.

UNO DEBE TOMAR EN CUENTA LOS COSTOS SUPLEMENTARIOS OCASIO NADOS EN SU CASO POR EL ARRENDAMIENTO DE UN CAMION DE - - REPOSICION DURANTE LAS DESCOMPOSTURAS(COSTO MAQUINA PARA- DA),O BIEN POR LA INTERRUPCION DE PRODUCTIVIDAD DEBIDA A- LA DISMINUCION DEL TONELAJE TRANSPORTADO.

NOSOTROS SUPONDREMOS ENTONCES QUE A SERVICIO CONTINUO, - LOS CARGOS DE UTILIZACION ANUAL DEL CAMION SON LOS - - SIGUIENTES:

$ 10,000.00 POR EL 1R. AÑO
$ 12,000.00 POR EL 2°. AÑO
$ 14,000.00 POR EL 3R. AÑO
$ 18,000.00 POR EL 4°. AÑO
$ 23,000.00 POR EL 5°. AÑO
$ 28,000.00 POR EL 6°. AÑO
$ 34,000.00 POR EL 7°. AÑO
$ 40,000.00 POR EL 8°. AÑO

C) EL VALOR DE REPOSICION.

SUPONDREMOS QUE UNO REEMPLAZA EL CAMION POR UN EQUIPO QUE OTORGARA EXACTAMENTE LOS MISMOS SERVICIOS QUE EL- ANTERIOR QUE SE COMPRO EN $ 60,000.00 (SI SE TOMARA - EN CUENTA EL PROGRESO TECNICO, SU VALOR DE REPOSICION PARA UN MISMO SERVICIO ES DIFERENTE AL PRECIO CONSIDE RADO). (COSTO DE REPOSICION).

EN CONSECUENCIA A ESTA SERIE DE HIPOTESIS; COMO FIJARE MOS EL TIEMPO DE REEMPLAZO DEL CAMION ?, LA RESPUESTA- A ESTA PREGUNTA ESTA DADA POR EL SIGUIENTE CALCULO - - SUCESIVO:

LOS COSTOS TOTALES ANUALES (DEPRECIACION DEL AÑO - - CONSIDERADO MAS COSTOS DE UTILIZACION). (COLUMNA No. 5 DEL CUADRO No.1).

COSTOS TOTALES ACUMULADOS DEL AÑO CONSIDERANDO. (COLUMNA No. 6 DEL CUADRO No.1).

COSTO MEDIO ANUAL. (COLUMNA No. 7 DEL CUADRO No.1).

LA DURACION DE UTILIZACION OPTIMA ES AQUELLA PARA LA- CUAL ESTE COSTO MEDIO ANUAL ES MINIMO.

REFERENCIA CUADRO No.1

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No. 1

1 AÑO N.	2 VALOR DE REVENTA O RESCATE	3 COSTO DE DEPRECIACION	4 COSTO DE UTILIZACION	5 COSTO TOTAL ANUAL	6 COSTO ACUMULADO	7 COSTO ANUAL MEDIO
	(60,000)					
1	30,000	30,000	10,000	40,000	40,000	40,000
2	15,000	15,000	12,000	27,000	67,000	33,500
3	7,500	7,500	14,000	21,500	88,500	29,500
4	3,750	3,750	18,000	21,750	110,250	27,560
5	2,000	1,750	23,000	24,750	135,000	27,000
6	2,000	0	28,000	28,000	163,000	27,170
7	2,000	0	34,000	34,000	197,000	27,900
8	2,000	0	40,000	40,000	237,000	29,600

LA POLITICA OPTIMA ES ENTONCES REEMPLAZAR EL CAMION AL-
CABO DE 5 AÑOS DONDE EL COSTO MEDIO ANUAL OCASIONADO POR
LA UTILIZACION DE ESTE CAMION, ES MINIMA (DE 27,000.00).

NOTA: LO QUE ACABAMOS DE HACER NO ES TOTALMENTE EXACTO:
SI EXISTE REALMENTE COMO LO HEMOS SUPUESTO UN MER
CADO DE OCASION, EN EL QUE SE PUEDEN CONSEGUIR -
CAMIONES USADOS DE 1, 2, 3,ETC. AÑOS, SUSCEPTI-
BLES DE DAR LOS MISMOS SERVICIOS DE UN CAMION - -
NUEVO, LA POLITICA OPTIMA CONSISTIRA PARA NUESTRO
TRANSPORTISTA EL COMPRAR CADA AÑO UN CAMION USADO
DE DOS AÑOS (QUE CONFORME AL CUADRO No.1 PAGARIA
$ 15,000.00 POR SU COMPRA), Y LA REVENTA EN EL -
MISMO AÑO SERIA DE $ 7,500.00; EL COSTO ANUAL -
SERIA ENTONCES EN ESTAS CONDICIONES:

$ 7,500.00 + $ 14,000.00 = $ 21,500.00

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

VALOR QUE ES EL MINIMO DE LA COLUMNA No.5, Y QUE CORRES
PONDE EFECTIVAMENTE A LA QUE EL TRANSPORTISTA GASTARIA-
CADA AÑO PARA ASEGURAR EL SERVICIO CONSIDERADO.

ESTA POLITICA ES MEJOR QUE LA DEFINIDA ANTERIORMENTE, -
CONSISTIENDO EN COMPRAR CAMIONES NUEVOS Y CONSERVARLOS -
5 AÑOS; DADO QUE ESTA ULTIMA CORRESPONDE AL MINIMO DE LA
COLUMNA No. 7 COSTANDONOS $ 27,000.00 EN DIFERENCIA - -
CONTRA $ 21,500.00.

SEGUNDO EJEMPLO:

UNA MAQUINA "X" CUESTA $ 10,000.00; LOS GASTOS OCASIONADOS PARA SU FUNCIONAMIENTO SON DE $ 200.00 EL PRIMER AÑO; ESTOS AUMENTAN $ 2,000.00 POR AÑO. EN ESTE CASO NO HAY MERCADO DE OCASION, ENTONCES EL VALOR DE REVENTA ES MUY BAJO Y CONSIDERAREMOS QUE DESDE EL PRIMER AÑO ES DE $ 1,000.00.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No. 2

1 AÑO N	2 VALOR DE REVENTA O RESCATE	3 COSTO DE DEPRECIACION	4 COSTO DE UTILIZACION	5 COSTO TOTAL ANUAL	6 COSTO ACUMULADO	7 COSTO ANUAL MEDIO
	(10,000)					
1	1,000	9,000	200	9,200	9,200	9,200
2	1,000	0	2,200	2,200	11,400	5,700
3	1,000	0	4,200	4,200	15,600	5,200
4	1,000	0	6,200	6,200	21,800	5,450
5	1,000	0	8,200	8,200	30,000	6,000
6	1,000	0	10,200	10,200	40,200	6,700

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EN EL CUADRO ANTERIOR VEMOS QUE EL OPTIMO DE REEMPLAZO-
CONSISTE EN REEMPLAZAR LA MAQUINA AL FIN DEL TERCER AÑO
DE UTILIZACION Y QUE EL MINIMO COSTO ANUAL MEDIO OCASIO
NADO POR LA UTILIZACION DE ESTA MAQUINA ES DE - - -
$ 5,200.00 POR AÑO.

TERCER EJEMPLO:

ESTA VEZ SE TRATA NO SOLAMENTE DE FIJAR EL TIEMPO OPTIMO
DE REEMPLAZO DE UN EQUIPO, SINO DE SELECCIONARLO AL MIS-
MO TIEMPO.

LA SECUENCIA EN FORMA MUY GENERAL ES LA SIGUIENTE:

- PARA UN EQUIPO DADO CORRESPONDE UN PLAZO OPTIMO DE - -
REEMPLAZO SIGUIENDO LA SECUENCIA ANTERIOR (SELECCION DE-
UNA TACTICA); EN ESTE EJEMPLO SE COMPARAN VARIOS EQUIPOS
SUSCEPTIBLES DE OTORGAR LOS MISMOS SERVICIOS.

UNO SELECCIONA ENTONCES AQUEL DONDE EL COSTO ANUAL DE -
UTILIZACION ES EL MINIMO (SELECCION DE UNA ESTRATEGIA).

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EN ESTE CASO SE TRATA DE SELECCIONAR ENTRE DOS EQUIPOS- A Y B SUSCEPTIBLES DE OTORGAR LOS MISMOS SERVICIOS.

EQUIPO A - VALOR DE COMPRA DE ESTE EQUIPO ES DE - - $ 50,000.00; SUS COSTOS DE UTILIZACION - - ANUAL SON DE $ 8,000.00 POR LOS PRIMEROS - CINCO AÑOS Y AUMENTAN $ 2,000.00 POR AÑO.

EQUIPO B - VALOR DE COMPRA DE ESTE EQUIPO ES DE - - $ 25,000.00; SUS COSTOS DE UTILIZACION - - ANUALES SON DE $ 12,000.00 POR LOS SEIS - - PRIMEROS AÑOS, Y AUMENTAN $ 2,000.00 POR - AÑO.

EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS LOS EFECTOS DE LA ACTUALIZACION QUE ES TAN SIGNIFICATIVA CUANDO HAY REEMPLAZO O - SELECCION DE EQUIPO PARA DIFERENTES HORIZONTES DE TIEMPO.

PRINCIPIO DEL CALCULO: SI C ES EL VALOR DE COMPRA DE - UNO DE LOS EQUIPOS. F1, F2, F3.... F_N, SON LOS COSTOS - TOTALES DE UTILIZACION AL CABO DE 1, ... N AÑOS.

EL COSTO TOTAL ACUMULADO ES:

(C + F1) PARA EL PRIMER AÑO.

(C + F1) + R2 PARA EL SEGUNDO AÑO.

(C + F1) + R2 + ... + RN.

EL RAZONAMIENTO CONSISTE EN CALCULAR EL CARGO TOTAL- ACTUALIZADO COMO SE INDICA A CONTINUACION:

$P_{(N)}$ = VALOR ACTUALIZADO

$$P_{(N)} = (C+F1) + \frac{F2}{1+I} + \ldots + \frac{F_N}{(1+I)^N}$$

P = VALOR PRESENTE.

F = VALOR FUTURO.

N = NUMERO DE PERIODOS CONSIDERADOS.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

$\frac{1}{(1+I)^N}$ = FPSVA = FACTOR DE PAGO SIMPLE VALOR ACTUAL.

= SPPWF = SINGLE PAYMENT PRESENT WORTH FACTOR.

FORMULA GENERAL PARA LA ACTUALIZACION SIMPLE.

$$P = \frac{F}{(1+I)^N}$$

$$P = F \ FPSVA$$

$$P = F \ SPPWF$$

POR OTRA PARTE UNA VEZ ACTUALIZADO EL COSTO TOTAL ACUMULADO, EL COSTO MEDIO ANUAL NO SE PUEDE CALCULAR COMO EN EL PRIMER EJEMPLO, ES DECIR NO SE PUEDE DIVIDIR EL COSTO TOTAL ANUAL ACUMULADO ENTRE EL NUMERO DE AÑOS, PUES ESTO EQUIVALDRIA A CONSIDERAR LAS MISMAS CONDICIONES PARA - - TODOS LOS AÑOS, SITUACION CONTRARIA AL PRINCIPIO DE LA - ACTUALIZACION QUE ESTAMOS INVOLUCRANDO.

EL COSTO ANUAL MEDIO ESTA DADO EN REALIDAD POR LA CANTIDAD X QUE HABRIA QUE EROGAR DURANTE N AÑOS PARA FINANCIAR LA CANTIDAD DE ESTE CARGO P (N).

RELACION QUE SE EXPRESA A CONTINUACION:

$$X = \frac{X}{1+I} + \frac{X}{(1+I)^2} + \ldots + \frac{X}{(1+I)^{N-1}} = P(N)$$

SI HACEMOS $R = \frac{1}{1+I}$

DESARROLLANDO TENEMOS QUE $X = \frac{P(N) \cdot (1-R)}{1-R^N}$

ES ESTE CARGO ANUAL X QUE HAY QUE MINIMIZAR PARA UNA - SELECCION CONVENIENTE DURANTE LA DURACION DE UTILIZACION N.

787

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

EL MINIMO DE X ES PARA N = 9, DONDE POR LO QUE SU MINIMO COSTO ANUAL DE UTILIZACION ES DE $ 17,453.00 EL EQUIPO A DEBE SER REEMPLAZADO AL 9º AÑO.

APLICANDO EXACTAMENTE EL MISMO METODO PARA EL EQUIPO B VEMOS QUE TIENE UN TIEMPO OPTIMO DE REEMPLAZO PARA N=8, DONDE TENEMOS UN COSTO MINIMO MEDIO ANUAL DE UTILIZACION DE $ 16,800.00.

POR LO TANTO LA "ESTRATEGIA" OPTIMA ES SELECCIONAR EL EQUIPO B CON LA "TACTICA" DE REEMPLAZO CADA 8 AÑOS.

CONSIDERACIONES FISCALES INTERVIENEN FRECUENTEMENTE EN ESTE TIPO DE COMPARACIONES; EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE ES CONVENIENTE INTEGRARLOS A ESTE TIPO DE CALCULOS, DONDE SE DESPRENDEN LAS MEJORES UTILIZACIONES DE EQUIPO.

IV.- METODOLOGIA Y EJEMPLOS.

CUADRO No.3

ALTERNATIVA "A"

AÑO N	DEPRECIACION	COSTOS DE UTILIZACION	COSTO TOTAL ANUAL	FACT.ACT. $\frac{1}{(1+I)^N}$	COSTO TOTAL ACTUALIZADO P(N) ACUMULADO.	COSTO MEDIO ANUAL $P = \frac{P(N).(1-R)}{1-R^N}$
1	50,000	8,000	58,000	1	58,000	58,000
2	0	8,000	8,000	0.91	65,280	34,178
3	0	8,000	8,000	0.83	71,920	26,266
4	0	8,000	8,000	0.75	77,920	22,316
5	0	8,000	8,000	0.68	83,360	19,955
6	0	10,000	10,000	0.62	89,560	18,653
7	0	12,000	12,000	0.56	96,280	17,931
8	0	14,000	14,000	0.51	103,420	17,570
9	0	16,000	16,000	0.47	110,940	17,453
10	0	18,000	18,000	0.42	118,500	17,467
11	0	30,000	30,000	0.35	129,000	17,982
12	0	44,000	44,000	0.32	143,080	19,006

SI I = 10% R = 0.91

AÑO	DEPRECIACION	MANT.	OBSOL.	M.P.	UTIL.	COSTO TOTAL	FVA $\frac{1}{(1+i)^n}$	COSTO TOTAL ACTUALIZADO P(n) ACUM.	COSTO MEDIO ANUAL $P = \frac{P(n) \cdot (1-r)}{1-r^n}$
1	700,000	30,000			30,000	730,000	1	730,000	730,000
2	500,000	70,000			70,000	570,000	0.89	1'237,300	654,656.04
3	300,000	150,000			150,000	450,000	0.80	1'547,300	595,540.68
4	300,000	150,000			150,000	450,000	0.71	1'916,800	565,916.99
5	200,000	200,000	50,000		250,000	450,000	0.64	2'204,800	549,210.16
6	0	250,000	100,000	50,000	400,000	400,000	0.57	2'432,800	532,003.73
7	0	250,000	100,000	50,000	400,000	400,000	0.51	2'636,800	520,091.13
8	0	300,000	150,000	200,000	600,000	600,000	0.45	2'700,026	489,827.91
9	0	400,000	250,000	200,000	650,000	650,000	0.40	2'960,026	501,201.96
10	0	400,000	230,000	250,000	880,000	880,000	0.36	3'276,826	523,771.80

V.A. 2'000,000

$i = 12\%$

$r = 0.89$

$r = \frac{1}{(1 + \quad)}$

$F.A. = \frac{1}{(1+i)^n}$

$P(n) = F.A.^{1}(ct).$