

EQUIPO DE ACARREO



ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI M.



INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	<u>1</u>
II. DIFERENTES EQUIPOS DE ACARREO	<u>2</u>
II.1 Generalidades	<u>3</u>
II.2 Camiones articulados	<u>21</u>
II.3 Trailers	<u>33</u>
II.4 Camión de descarga de fondo y de lado	<u>45</u>
II.5 Camiones fuera de carretera	<u>55</u>
II.6 Camiones especializados	<u>84</u>
III EJEMPLOS	<u>97</u>
III.1 Ciclo de un equipo de acarreo	<u>98</u>
III.2 Cálculo de producción	<u>104</u>
III.3 Ejemplos	<u>114</u>
BIBLIOGRAFÍA	<u>119</u>



I.- INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha efectuado una evolución total en la maquinaria, los métodos y los volúmenes de excavación. La rapidez de desarrollo, y la variedad de máquinas aumenta constantemente, y las técnicas para su uso provechoso se hacen más complicadas cada día.

Pero la literatura sobre la materia no ha progresado. El resultado es que todos los años se producen pérdidas por la mala elección del equipo, daños a la maquinaria, debido a la ignorancia de sus funciones, de sus puntos débiles, a la pérdida de tiempo, material y dinero para aprender por tanteos.

“Equipo de acarreo“se ha escrito principalmente, con el objeto de satisfacer algunas de las necesidades y dar a conocer aspectos relacionados con este equipo. Que su finalidad principal es transportar el material producido por la excavación. El ingeniero en muchas ocasiones no presta la atención debida al equipo de acarreo y su importancia, de ahí surgen grandes fracasos en muchas obras en donde hay movimiento de tierras, de ahí que surge analizar el acarreo con todo cuidado.

Agradezco la participación del Ing. Abraham Calvo López en la elaboración de este capítulo.

**Ing. Carlos Manuel Chávarri M.
Agosto 2007**

II.- DIFERENTES EQUIPOS DE ACARREO



II.1 GENERALIDADES

El camión de volteo es, probablemente, la más familiar de las máquinas que se usan para hacer el acarreo en movimiento de tierras. Sin embargo, su estructura es más bien complicada y es tan importante que se considera indispensable hacer una descripción detallada de ella, y en el que comúnmente los equipos de acarreo como los que se mencionaran a lo largo de los capítulos cuentan con este tipo de estructura siendo muy similar a estos camiones.

Se compone de cuatro partes principales. El chasis, que incluye el bastidor, la defensa, los muelles, los ejes muertos, ruedas y llantas neumáticas. El tren de potencia, que está soportado por el chasis, consta de motor, el embrague, la transmisión, el eje de propulsión, el diferencial y los ejes vivos, pueden considerarse como el representativo de los tractores ligeros medios, que llevan volteos de 3 a 4 yd³,

Camiones ligeros. El bastidor. Consiste en dos canales de acero laminado con contravientos, alguno de los cuales sirven de soporte al motor y la transmisión. El travesaño delantero, que se prolonga a los lados sirven de defensa.

Los miembros laterales del bastidor atrás de la cabina tienen una superación de 34". La longitud de la cabina al eje trasero es de 5 pies, y se puede obtener otro chasis en el que esta distancia se alarga a 6, 7



u 8.5 pies. Las anchuras y longitudes que se dan en ésta sección se han uniformado para la mayor parte de modelos de camiones.



Para usarlos con volteos, los miembros laterales se cortan inmediatamente atrás del travesaño trasero. Es muy útil para remolcar otras máquinas un gancho de clavija o giratorio trasero.

Los muelles son del tipo de hojas. Las cuales se sujetan al bastidor con dos grilletes, uno de los cuales es una articulación de pasador sencilla, la otra es articulación en “u” para prever el aumento de longitud de los muelles cuando se comprimen. Los muelles traseros soportan la mayor parte de la carga y tienen una sección proporcionalmente mayor. Se coloca un muelle auxiliar precisamente debajo del muelle principal, los cuales se apoyan en sus extremos cuando el muelle principal está parcialmente comprimido. El muelle auxiliar le da la resistencia suficiente para soportar cargas pesadas, sin tener que aumentar su rigidez para cargas ligeras.

La potencia para frenar en las cuatro ruedas y la tracción en las traseras, se transmiten al bastidor a través de los muelles, de manera que es muy importante que todas sus conexiones estén muy bien apretadas. Si los columpios están sueltos, se puede cortar el perno central y desalinearse del eje. El eje delantero lo forma una viga I de centro bajo, y el trasero es hueco que lleva el diferencial y las flechas. El mecanismo de la dirección es semejante al que se usa en los automóviles.

Los frenos. Los frenos de pie son hidráulicos con un reforzador, cada zapata del freno tiene un cilindro hidráulico separado en cada rueda. El freno de mano es una unidad mecánica sencilla en el pie sobre el eje de propulsión atrás de la transmisión. Su efecto de frenado se multiplica por el engranaje trasero.





Frenos de succión. Se puede emplear la succión del múltiple de admisión del motor para aplicar los frenos que una succión es una cantidad con signo menos (una presión que es menor que la atmosférica) y que el trabajo lo efectúa realmente la presión atmosférica. Los frenos operadores por succión incluyen un cilindro o cámara que tienen un pistón o diafragma móvil. El aire atmosférico en un lado del pistón lo empuja a donde el aire tiene menor presión, aplicando los frenos. El cilindro de succión se utiliza como reforzador para hacer más fácil la aplicación de los frenos hidráulicos, pero también puede proporcionar todo el esfuerzo necesario para frenar, a través de conexión mecánicas directas.



Una vista de corte de un reforzador de succión que opera un sistema de frenos hidráulicos, consta de tres partes principales la válvula de control, el cilindro de mando, y el cilindro de succión. Cuando se quita el freno, el pistón de succión queda a la izquierda.

La válvula de control consta de cuatro cámaras las cuáles, de izquierda a derecha contienen fluido hidráulico, aire enrarecido, Así como aire que es de la presión atmosférica.

Cuando se oprime el pedal de freno, la presión hidráulica del cilindro principal mueve el pistón de la válvula de control a la derecha, cerrando la válvula de succión de hongo, abriendo luego la válvula a la atmósfera, que permite al aire salir de la cámara de aire a la cámara de control de la presión.

El aumento de presión que resulta (disminución del enrarecimiento) cierra la válvula atmosférica al obrar sobre el diafragma. Al aumentar la presión hidráulica se vuelve abrir. La disminución de la presión hidráulica le permitirá permanecer



cerrada y abrirá la válvula de succión que absorberá aire de la cámara controladora de la presión dentro del sistema de succión, asta que se establece de nuevo el equilibrio. La intensidad de la presión del aire en la cámara en el extremo izquierdo del cilindro de succión se regula exactamente por la presión hidráulica, que a su vez depende de la magnitud del empuje ejercido sobre el pedal de freno.

Cuando se oprime el pedal del freno, la presión hidráulica del cilindro principal mueve el pistón de la válvula de control a la derecha, cerrando la válvula de succión de hongo, abriendo luego la válvula a la atmósfera, que permite al aire salir de la cámara de aire a la cámara de control de la presión. El aumento de presión que resulta (disminución del enrarecimiento) cierra la válvula atmosférica al obrar el diafragma aumentar la presión hidráulica se vuelva abrir.

La disminución de la presión hidráulica le permitirá permanecer cerrada y abrirá la válvula de la succión que absorberá el aire de la cámara en el extremo izquierdo del cilindro de succión se regula exactamente la presión hidráulica, que a su vez depende de la magnitud del empuje ejercido sobre el pedal del freno.



Al mismo tiempo, el aire dosificado por la válvula de control empuja al pistón de succión a la derecha, sumando su fuerza a la del pistón de mando. El freno recibe así la presión directa del fluido y del reforzador del mecanismo de succión.

Los frenos de los remolques se proyectan para que en un caso de que el remolque se desconecte al tractor, la tubería de succión rota haga que se apliquen los frenos del remolque. Lo que evita que el remolque camine libremente.



Los remolques deben calzarse con bloques de madera para que no rueden sean desconectados, ya que los frenos que se aplican de esta manera, pueden soltarse al entrar el aire después de un período largo de tiempo.

Ruedas y Cubos. Los tambores de frenos se sujetan a los cubos por los mismos espárragos que sostienen las ruedas. La construcción del cubo y tambor trasero. Se usan seis ruedas iguales. Son de acero, de disco o con rayos, con un aro de seguridad para sostener la llanta. Las ruedas delanteras y las interiores traseras se montan con un lado convexo hacia el exterior, y las exteriores traseras tienen ese lado hacia adentro, para poder conectarse al cubo. Los espárragos de las ruedas hacen presión sobre los cubos en el respaldo, de manera que su cabeza sujeta el tambor. La rueda interior se sujeta por medio de cinco espárragos huecos que tienen roscas interiores y exteriores. Se monta luego la rueda exterior y se sujetan con tuercas grandes que se atornillan a las roscas exteriores del espárrago. Es muy importante que los espárragos queden apretados tanto adentro como afuera, porque la potencia de la atracción y la empleada para parar el camión se transmite por ellos. Si se aflojan se gastan y finalmente se rompen.

Las llantas construidas para usarse en camino se gastan más aprisa con el aumento de velocidad, pero la rapidez del desgaste no aumenta tan rápidamente como en las construcciones fuera de camino. Se consideran velocidades moderadas que oscilan entre 30 a 40 mi /h en las carreteras.

La baja presión de las llantas combinadas con la sobrecarga producirá daños severos. Las llantas ordinarias para todas las ruedas son 7.50-20, de 8", capas con una capacidad de régimen de 2740 lb. Son opcionales las llantas del tamaño de 80 25 20, de diez capas, con una capacidad de régimen de 3330 lb. Para usarse en los volteos, las llantas grandes resulta la mejor inversión porque resisten mejor la tracción.

Las ruedas delanteras generalmente soportan mucho menor peso que las traseras, y pueden, con frecuencia, utilizar con seguridad llantas más pequeñas y



más ligeras. Sin embargo, cuando todas las llantas son del mismo tamaño, solamente es necesaria una llanta de refacción, y la vida de las llantas desgastadas traseras, se pueden prolongar mucho montándolas adelante. Las llantas delanteras grandes pueden rozar con el bastidor cuando se dan vueltas bruscas. Las llantas exteriores pueden cambiarse sin utilizar un gato, haciendo subir la llanta interior sobre un bloque, de manera que la exterior quede levantada del pavimento.

Llantas dobles. Las llantas dobles son dos llantas que se montan en dos ruedas atornilladas al mismo cubo. Todos los camiones de volteo para las carreteras y la mayor parte de los camiones de volteo para trabajar fuera del camión usan llantas de propulsión dobles. Las llantas delanteras dobles son muy raras, cada juego de llantas dobles trabajan como una unidad. Deben ser del mismo tamaño y número de capas, tener el piso del mismo espesor, y llevar la misma presión. De otra manera, la llanta mayor o más dura, llevará la mayor parte de la carga y puede perjudicarse.

Desgaste. Las dos llantas de un par no recorren la misma distancia en una curva. Si un camión está equipado con llantas dobles 8.25-20 con una separación de 11" de centro a centro pueden dar una vuelta de retorno entre guarniciones separadas 60 pies, la llanta exterior hará un recorrido de 94.2 pies y la interior 92.8 con una diferencia de 1.4 pies. La diferencia de recorrido del par interior es aproximadamente 1 pie. Al disminuir el tamaño soportan una proporción menor del peso del vehículo, se apoyan menos firmemente contra el pavimento del camino, y son las que más se deslizan. Cuanto más peso y más poderoso sea el camión, mayor son las llantas, mayor la separación, y por ende mayor desgaste. Es importante cambiar las llantas en rotación antes que las llantas interiores se sobrecarguen y la diferencia llegue a ser tan grande que no puedan emparejarse. Las diferencias máximas tolerables, medidas en pulgadas, son:

Tamaño de la llanta	Diámetro	Circunferencia
8.25 y menor	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
9.00 y mayores	$\frac{1}{2}$	$1 \frac{1}{2}$

Cuando las diferencias que existen quedan dentro de estos límites, el propietario del camión puede hacer la elección entre los dos métodos recomendados. Puede poner las dos llantas grandes en las ruedas exteriores para ajustar el bombeo del camión, o pueden poner ambas del lado derecho, dejando al diferenciar cargas que se hagan cargo de las diferencias.

Rotación. La rotación sistemática de las llantas evitará que se produzcan diferencias de tamaño perjudiciales en ellas. El sistema más sencillo es cambiar las llantas de la derecha a la izquierda y de la izquierda a la derecha, poniendo las llantas del interior al exterior y recíprocamente.



Ejes traseros dobles. Tienen dos juegos de ejes, uno frente a otro, cada uno equipado con llantas dobles, el desgaste es mucho mayor con esta disposición.

Las llantas exteriores se desgastan más que las interiores, y todas las llantas patinan lateralmente en las vueltas. El arrastre lateral es más intenso en el juego trasero. Mucho de los camiones con ejes traseros dobles no tienen diferencial o divisor de potencia entre los ejes, de manera que todas, las ocho llantas giran a la misma velocidad.

Llantas delanteras. Las llantas delanteras de los camiones deben durar mucho más que las traseras. Las ruedas delanteras no ruedan exactamente paralelas entre sí, porque la dirección es más estable si convergen ligeramente en su parte delantera, tienen una inclinación con la que los extremos inferiores de los diámetros verticales de las ruedas queden más juntas en su extremo inferior. Cuando la convergencia es muy grande se ve un desgaste en forma de pluma en el lado interior del piso de la llanta, el desgaste en forma de pluma aparece en el lado exterior. Cuando las ruedas tienen una inclinación transversal grande, se concentra el desgaste en el lado exterior de la llanta, cuando está invertida se desgastan por el lado interior y hace parecer curvo al eje.

Las ruedas delanteras pueden quedar desalineadas por mal ajuste, o por golpes al pegarse con las guarniciones de las banquetas o a bordos.

Las dos precauciones que hay que tener son un manejo cuidadoso y una inspección frecuente de las llantas.

EL TREN DE POTENCIA

El motor. El camión B-160 se ofrece con una elección de motores de seis y ocho cilindros de gasolina, con potencia al freno que varía de 153 a 193 h.p. Con relación de compresión de 7.5 a 8.4" que permiten utilizar gasolina ordinaria.

El embrague. El embrague ordinario es del tipo de plato seco sencillo, colocado dentro de la cubierta del volante.



La transmisión. La transmisión puede tener cinco velocidades hacia delante, con una de reversa. La toma de fuerza va en el lado izquierdo de la transmisión y,



para usarse en el volteo, mueve una flecha que va a la bomba del sistema elevador de la caja. La toma de fuerza se opera acoplando su engrane propulsor a la transmisión.

Sistema Select-O-Matic. Este consta de un convertidor de torsión, un embrague de salida y de una transmisión de cinco velocidades hacia delante con una palanca ordinaria para el cambio de velocidades.

El embrague de salida se mantiene acoplado por la presión del aceite de la bomba del convertidor se desconecta apretando un botón para el cambio de velocidades que hace que una válvula de solenoide cierre el paso del aceite, permitiendo que se desconecte el embrague por medio del resorte.

La transmisión se lubrica con el líquido para el sistema hidráulico que se usa en el convertidor torsión. La circulación se hace del convertidor a través de la transmisión.

El diferencial. El diferencial ordinario usa un sistema hipoidal semejante al de los automóviles, excepto que es de construcción más gruesa, se puede obtener como equipo opcional un eje para cambios de velocidad por medio de electricidad, de dos velocidades, En alta, la corona hace girar directamente el engrane de la flecha y los de la cruceta. En baja, opera a través del engrane principal. Cuando sus dientes se acoplan con los de los engranes de cualquier velocidad, se transmite potencia a ese engrane y al engrane del diferencial.

Transmisión final. Las flechas que llevan extremos rasurados se acoplan a sus engranes en el diferencial y están atornilladas a los cubos de las ruedas, de manera que giran sobre los cojines que soportan estas partes y no llevan ningún peso. Las ruedas y las llantas funcionan como si fuera una sola unidad mientras se mantiene la presión del aire adecuada en ellas. el rozamiento entre las llantas y el camino convierte el movimiento giratorio de los ejes en movimiento en línea recta hacia delante o hacia atrás de las cubiertas de los ejes y del camión.



Los muelles traseros tienen cuatro funciones; soportar el peso del camión, absorber los choques del camino, reforzar la cubierta del eje contra la reacción que produce torsión por la rotación de las ruedas, y para impedir que la cubierta del eje gire hacia delante o hacia tras; en respuesta de las fuerzas de tracción o de frenado.

El término “transmisión Final” se limita a veces en su significado para designar los grupos de engranes reductores que transmiten la potencia de las flechas a los cubos de las ruedas.

La cabina, los pedales del embrague, del freno y del acelerador, están idénticamente colocados y tienen las mismas funciones que en los automóviles.



El calentador. Existen cuatro tipos principales: los que funcionan con los gases de escape. Los de gasolina, los de agua y los acondicionamientos de aire. Se utilizan para calentar el interior de la cabina y para enviar aire caliente a los descongeladores, para limpiar el parabrisas de rocío y hielo.

Los calentadores que utilizan los gases del escape consisten de ductos de aire contruidos alrededor del múltiple del escape y luego se descarga dentro de la cabina por un tubo. Estos son baratos y eficaces, el calentador de gasolina consiste en un chorro que proporciona la bomba de combustible un encendedor de



chispa, aletas que se calientan por combustión de la gasolina, un ventilador eléctrico de dos velocidades que mantienen una corriente de aire a través de las aletas, y varios dispositivos de control y de seguridad. este calentador tardará en calentar la cabina de 60 a 90 segundos, que es aproximadamente la mitad de tiempo necesario para obtener resultados de un calentador de agua.

El calentador de agua consiste en un pequeño radiador por el que se hace pasar corriente de agua del sistema de enfriamiento del motor, y de un abanico eléctrico de enfriamiento del motor, y de un abanico eléctrico con dos o más velocidades.

El calentador de aire acondicionado es un calentador de agua, que se alimenta con aire del exterior de la cabina. Una válvula equipada con trampa contra la lluvia colocada atrás del cofre, arriba o a los lados, o conductos colocados a un lado del motor y radiador hasta la parrilla delantera. Un control de mano regula o cierra la corriente de aire. Este es el mejor calentador.

El descongelador del parabrisas generalmente consiste en un par de conductos que van del calentador a las ranuras colocadas en la base del parabrisas.

Cabina montada sobre el motor. En estos modelos de camiones, C: O: E, el



bastidor se acorta y la cabina se monta sobre la parte trasera del motor. Las ventajas que tienen son; un radio de giro más corto, mejor distribuido de la carga, menor longitud total, mejor visión desde la cabina. Las desventajas son: dificultad



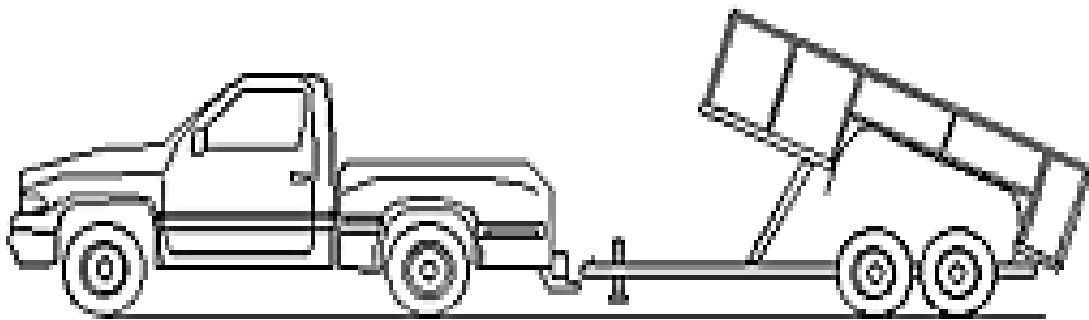
para atender el motor, se sube más gente a la cabina, y la dificultad para mantener fresca la cabina.

LA CAJA DE VOLTEO. Existen numerosos modelos de cajas y de sistemas de elevadores para cada camión. Generalmente, estas unidades no las fabrica el constructor del camión. Está unida en la parte trasera por fuertes articulaciones del bastidor de la caja, que consiste en dos vigas que descansan en un bastidor auxiliar, y travesaños para soportar tanto al piso como los lados. Los lados son de



lámina de acero reforzada por un reborde arriba y abajo, y esfuerzos de sección en V o pirámides a los lados, que están soldados a la pared delantera.

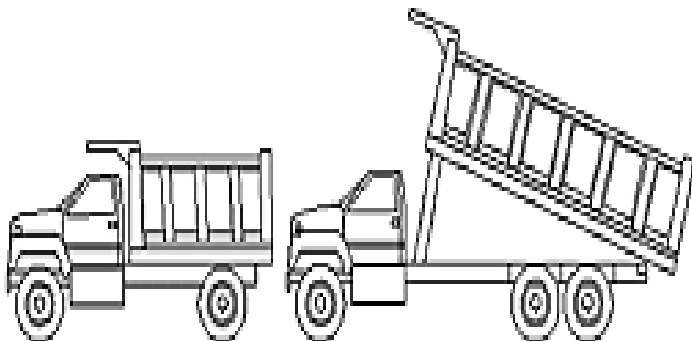
La capacidad de la caja se calcula con tablonés y cuando están enrasadas, la puerta trasera de doble acción es algo más alta que los costados, y, generalmente, lleva bisagra acodadas en la parte superior para aumentar la abertura de descarga.



Las bisagras superiores están equipadas con pernos que se pueden quitar y poner. Los pasadores inferiores forman parte de la puerta, pero la bisagra se puede abrir por medio de un apalanca que va en la esquina delantera izquierda de

la caja.

Para vaciar, se empuja la palanca de la puerta hacia abajo y la caja se levanta





de la parte delantera, girando sobre sus articulaciones traseras. su propio peso y la presión de la carga deslizándose contra ella hace que la puerta gire hacia afuera. Cuando se ha terminado de vaciar la carga, se baja la caja, la puerta gira cerrándose, y por último se asegura levantando la palanca.

El sistema de elevador. Consta de una bomba hidráulica, una válvula y un cilindro. La bomba se mueve por medio de una toma de fuerza de la transmisión, flechas y juntas universales, y trabaja solamente cuando están conectados al embrague del motor y el engrane de la toma de fuerza. Se controla de la cabina, ya sea por medio de una palanca en el piso o de un botón y cable en el tablero.

El cilindro, de un solo efecto, está atornillado a un travesaño que está articulado al bastidor auxiliar de la caja, y el vástago del pistón está articulado a un travesaño de la caja. Un resorte de acero en forma de hélice está colocado entre el pistón y la culata del cilindro, para amortiguar el golpe del pistón cuando se le obliga a llegar hasta el límite de su recorrido, y para ayudar a empezar a moverse a la caja hacia abajo cuando se suprime la presión.

El brazo de palanca es menor y la carga mayor al empezar a levantar el volteo. Al elevarse la caja gran parte del peso se trasfiere del cilindro a las bisagras traseras, el sistema elevador de leva y rodillos de Gar Word produce un efecto de cuña. El cilindro está aproximadamente horizontal y está sujeto a un eje que lleva dos juegos de rodillos. La forma de las levas hace que este efecto comience gradualmente y que se acelere al levantar la caja. Como no existe una conexión fija entre el vástago del pistón y la caja, se enganchan a la caja y al bastidor auxiliar, una cadena con resorte que le sirve de amortiguador, para evitar que la caja se levante mucho cuando se voltea en una bajada, o cuando la carga se atora en la parte trasera.

Cajas desmontables. Las cajas ordinarias para cargarlas a mano resultan bastante ineficaces. Se consume tiempo y energía para cargar el material. La



carga a mano puede facilitarse usando un camión y una caja más bajos. Sin embargo, la reducción de altura es limitada y el tiempo que está ociosa la máquina no cambia.

Varios fabricantes construyen cajas desmontables o recipientes que pueden dejarse en el suelo para cargarse y levantarse dentro del camión por medio de un sistema elevador hidráulico o mecánico. Un solo camión puede trabajar con varios recipientes.

Algunos se fabrican con la parte trasera abierta, algunos son basculantes, otros tienen fondos o respaldos articulados. Las cajas tienen capacidades que van de 20 a 40 yd³ o 15 ton. El camión se lleva a los diferentes lugares de la obra según se requiera, deja una caja vacía, luego recoge una llena y la lleva al lugar de descarga.

CAMIONES GRANDES. Los camiones grandes que se utilizan en las carreteras son de proyecto muy semejante a los ligeros, excepto en que todas sus partes deben ser más fuertes y más gruesas. Se pueden obtener con motores de gasolina o diesel. Los frenos de aire son equipo normal, las transmisiones tienen más velocidades y deben llevar una caja de velocidades auxiliar de alta a baja.



La dirección de potencia.

Reforzador hidráulico Vickers. Consiste en un cilindro hidráulico de doble acción con válvula ínter construida y se mueve por medio de una bomba hidráulica impulsada por el motor. El cilindro está sujeto por pernos al mecanismo de dirección y el vástago del pistón está sujeto al bastidor por una rótula. El brazo de la dirección, puede moverse ligeramente en ambos sentidos contra el empuje de resortes ligeros.



Si se hace girar el volante moviendo el brazo de la dirección a la derecha, mueve la válvula de carrete con él, abriendo un pasaje para aceite que viene a presión de la bomba al costado del pistón que lleva el vástago. El vástago del pistón se ancla al bastidor, lo que obliga al cilindro, válvula y su cubierta, así como el mecanismo de la dirección a moverse hacia la derecha hasta que la caja de la válvula choca con la corredera de forma de carrete y cierra el pasaje.

También se usa este mecanismo en los camiones ligeros, en los tractores, confirmadoras y en otras máquinas montadas en rueda.

Frenos operados con aire comprimido. Generalmente en los camiones pesados y en los tractores de ruedas, los frenos se aplican por medio de aire comprimido. El aire proporciona un compresor operado constantemente por el motor, que se descarga o se para, cuando alcanza la presión completa que generalmente es de 100 lb y que vuelve a funcionar cuando baja de 90 lb.

Una válvula operada por un pedal especial o por el pedal ordinario del freno permite el control exacto de la presión del aire en las tuberías que van a las cámaras de los frenos, donde actúan contra los diagramas que mueven las varillas y palancas que ajustan la separación de las zapatas y que aplican los frenos. Los frenos traseros, y los del remolque, si se usan, pueden tener una válvula elevadora que permita la entrega de aire directamente de los depósitos a



las tuberías. La válvula de los frenos, para frenar, el pedal comprime el muelle para regular la presión que empuja un diafragma. Empuja, a su vez, el asiento de la válvula de escape hacia debajo de su válvula de bola, cerrándola, y con un movimiento ligeramente mayor, empuja la válvula de admisión de su asiento, abriéndola, lo que permite la entrada del aire comprimido al pasaje de la tubería de los frenos y al fondo del diafragma. Si se suelta el pedal, el aire empujará el diafragma más arriba, abriendo la válvula de escape y permitiendo que el aire salga de las tuberías de los frenos.



Este sistema siempre se encuentra en un estado de equilibrio entre la presión hacia abajo del resorte y la presión hacia arriba del aire, e inmediatamente responde a cualquier movimiento del pedal, aumentando o disminuyendo la presión en las tuberías de los frenos. Cuando se quitan los frenos, la presión baja en la entrada, y la presión en las tuberías de los frenos empuja el cuerpo del diafragma hacia arriba de manera que el aire puede circular de las tuberías a la lumbrera de escape. El pasaje de purga permite que pase una pequeña cantidad de aire a través del diafragma para obtener un equilibrio efectivo de presiones.

Cuando un camión está equipado con frenos de aire es absolutamente indispensable que no opere cuando no hay presión suficiente para hacerlos funcionar. La indicación de baja presión la puede dar un zumbador, si se suelta el



pedal, el aire empujará el diafragma más arriba, abriendo la válvula de escape y permitiendo que el aire salga de las tuberías de los frenos. Este sistema siempre se encuentra en un estado de equilibrio entre la presión hacia abajo del resorte y la presión hacia arriba del aire, e inmediatamente responde a cualquier movimiento del pedal, aumentando o disminuyendo la presión en las tuberías de los frenos. Cuando se quita los frenos, la presión baja en la entrada, y la presión en las tuberías de los frenos empuja el cuerpo del diafragma hacia arriba de manera que el aire puede circular de las tuberías a la lumbrera de escape.

Limitaciones para circular en las carreteras. Los vehículos que se van utilizar en las carreteras no deben tener una anchura mayor de 8 pies, y también existen limitaciones respecto a la longitud, peso total, y peso en cualquiera de los ejes. Estas restricciones varían en los diferentes estados, pero lo usual es una carga de 9 ton en cualquiera de los ejes, se usan siempre llantas dobles, con los ejes sencillos o dobles.

Como resultado de la reglamentación del peso y de la anchura, se limita la capacidad de transporte de los camiones de volteo para circular en las carreteras a 10 o 15 yd³, y la de los semirremolques aproximadamente 22 yd³.

Uso de los camiones de volteo. Los camiones de volteo para circular en las carreteras tienen un peso combinado de chasis y caja, igual a 0.7 o 0.8 de su capacidad de carga.

Como resultado, el camión para circular por la carretera es un medio de acarreo muy suficiente cuando las condiciones de operación son adecuadas. No deberán usarse constantemente en bancos con piso irregular, en caminos para acarreo mal conservado o con pendientes excesivamente fuertes. Sin embargo, el camión de volteo es el preferido para las obras donde las distancias son grandes y los caminos se conservan bien, y las condiciones de carga y del suelo no son muy duras.



Este equipo es necesario para los contratistas que tienen que hacer acarreos en las calles y caminos. Incluyen la mayor parte de las excavaciones para las cimentaciones, caminos urbanos y suburbanos, para surtir arena, grava, material para rellenos, y tierra vegetal, así para la mayor parte de otras obras de tamaño medio y pequeño. En la construcción de caminos



importantes es, generalmente, posible obtener permisos para operar vehículos para fuera de la carretera en tramos cortos de los caminos públicos, pero es probable que el contratista tenga que reconstruirlos después de haberlos usado.

II.2 “CAMIONES ARTICULADOS”

En la época de los años 50's, la empresa de camiones Volvo introdujo al mercado su primer camión articulado para tener una mejor maniobrabilidad en la descarga. Esto fue hecho posible al crear un tipo que no se conocía hasta entonces, una combinación de tractor-trailer, con la parte del tractor sobre un eje, y la parte del trailer sobre el otro, y en medio de ambos una articulación. Esto tuvo como justo resultado un mayor poder de eje, debajo del tractor.



En la actualidad los camiones articulados son hechos por un número de distintas empresas en el que debido a los pasos de los años se ha ido perfeccionando no

solo de dos ejes sino también de tres, asemejando a los trailer, donde ahí recae al mayor peso, sobre los ejes traseros, en donde este camión tiene, en base a su funcionamiento al que podría dar un camión de seis ejes. Por otro lado este tipo de camiones ofrecen una gran fiabilidad, durabilidad, alto rendimiento, bajo consumo de combustible, comodidad para el operador, y bajos costos en operación, satisfaciendo con la mayoría de las necesidades que requiere el constructor.



Los camiones articulados de descarga (CAD) usados generalmente en los Estados Unidos son generalmente de tamaños de 11 a 40

ton de capacidad. Los CADs tienen motores los cuales son de 100 o más de 400 caballos de fuerza, los más pequeños pueden ser usados para trabajar en túneles, de igual forme sirven en algunos casos para transportar material, ya que los camiones de mayor capacidad y longitud no pueden circular libremente debido a que están restringidos por las normas de tránsito.

Los CADs pueden tener un rango de longitud de un mínimo de 30 y un máximo de 40 pies. Algunos CADs que están equipados con un estilo de expulsor que se asemeja a un raspador para poder utilizarlos en caso de que la carga no tenga fluidez. A continuación se hará mención de algunos tipos de camiones articulados de uso más común en la industria de la construcción, proporcionando sus respectivas especificaciones.

II.2.1 Camión Articulado con expulsor 730

Este es un mecanismo expulsor de limpieza que permite esparcir y descargar material en marcha sin necesidad de elevar la caja. Como la caja no se levanta,



Fig.II.1



Fig. II.2

el camión expulsor puede trabajar eficazmente en obras con problemas de estabilidad u obstáculos superiores que limitan el uso de camiones de descarga convencionales. La caja expulsora también ofrece una expulsión limpia de la carga que elimina el acarreo de vuelta que tanto merma la producción. Con una carga útil de 31 toneladas (28,1 toneladas métricas), el Camión con Expulsor tiene un motor C11, que optimiza el rendimiento y cumple las regulaciones sobre emisiones, El Expulsor incorpora todas las características de suspensión y cabina del CAD la suspensión delantera de tres puntos de eficacia (ver figura II.1 y II.2) demostrada proporciona una amortiguación uniforme que permite al operador manejar la máquina a velocidades productivas sobre terrenos irregulares. lo cual lo convierte en la máquina ideal para operaciones de construcción general, construcción de carreteras, acarreo de arena y grava, restauración de tierras, recuperación de minas y rellenos. El concepto de expulsión de la carga puede esparcir el material mientras el camión está en movimiento para reducir el tiempo del ciclo, reducir las cargas sobre el tren de fuerza y reducir la cantidad de equipo de respaldo necesario para esparcir y explanar. El expulsor también evita que el material se adhiera al interior de la caja del camión tras la descarga, por lo tanto se maximiza la carga útil, mejora la productividad, se reduce el consumo de combustible y se reducen los costos por tonelada. Al expulsar una carga sin

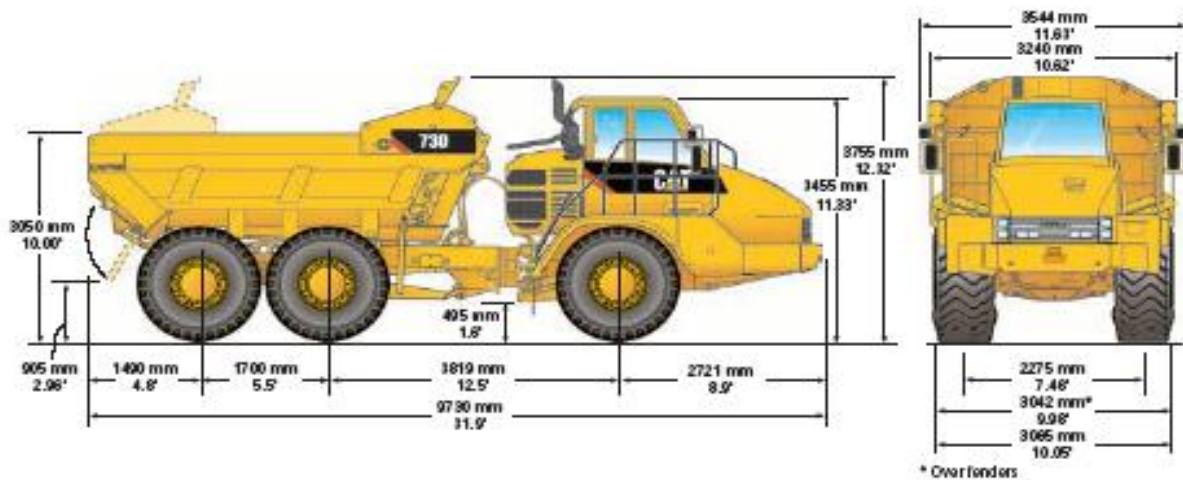


levantar la caja se aumenta la estabilidad, de forma que el camión puede trabajar en inclinaciones, pendientes laterales y en terrenos muy blandos. El camión también ofrece un rendimiento excelente en excavación de túneles y aplicaciones subterráneas, y en lugares donde obstáculos elevados como bandas transportadoras, líneas eléctricas o puentes, interfieren con la descarga. La caja del expulsor reforzada está hecha de acero tratado con calor de gran resistencia a la tracción. Sus rieles superiores tienen el mismo acero que se usa en los camiones de obra el mecanismo expulsor incluye una hoja altamente resistente La caja del expulsor ha sido diseñada para trabajar en aplicaciones en las que el diámetro de las rocas no excede las 6 pulgadas (152 mm).

Especificaciones básicas del Camión Articulado con Expulsor 730

Motor	C11
Potencia neta	317 hp (237 kW)
Transmisión	6A/1R, cambio automático electrónico
Carga útil nominal Capacidad de la caja	31 toneladas (28,1 toneladas métricas)
Capacidad de la caja	22,1 yd ³ (16,9 m ³)
Peso en orden de trabajo - Sin carga	56.330 lb (25.550 kg)
Velocidad máxima de desplazamiento	34,4 mph (55,3 kph)





La mayoría de los camiones articulados tienen mucho en común, el tipo que se menciona ahora es el siguiente:

II.2.2 Camión Articulado 735

Este tipo de camiones ha adoptado una tecnología ACERT, por ejemplo un camión con un motor C15 ACERT introduce una serie de mejoras evolutivas e incrementales que proveen tecnología avanzada de motor basado en sistemas y componentes desarrollados por el fabricante, La tecnología aprovecha la experiencia de cuatro sistemas centrales del motor: combustible, aire, sistemas electrónicos y pos-tratamiento. La tecnología ACERT es una solución única y revolucionaria de sistemas que permite que los motores cumplan con los reglamentos sobre aire limpio de hoy, creando de este modo los componentes básicos para poder cumplir con las normas más rigurosas del mañana. Lo que se refiere a C15 a que es un bloque de hierro gris de una pieza dispone de costillado generoso para rigidez, y mamparas de cojinete de servicio pesado para rigidez y resistencia mientras gira el cigüeñal. Los puntos rectos de conexión de los sellos anulares reducen la pérdida la pérdida de aceite de motor y de fluidos, además la entrega de combustible de inyección múltiple involucra un alto grado de precisión. La programación precisa del ciclo de combustión reduce las temperaturas de la

cámara de combustión, genera menos emisiones, y optimiza la combustión de combustible. Esto se traduce en más trabajo generado por costo de combustible.



Fig. II.3 Esqueleto del camión

Dentro de sus **ventajas y sus características** este camión cuenta con un Tren de fuerza integrado, con más potencia, mejor rendimiento y menor consumo de combustible, la Bomba electrónica inyectora de combustible mecánicamente activada, esta compuesta por un sistema de combustible altamente evolucionado con un historial probado de fiabilidad en el campo. Combina los avances técnicos



de un sistema de control electrónico con la simplicidad de inyección con bombas inyectoras de combustible, con control mecánico directo. (Fig.II.3). En esta figura se muestra de forma muy esquemática, la forma en la que esta constituida el camión en su interior, Sobresale que su capacidad para controlar la presión de inyección a través de toda la gama de velocidades de operación del motor. Estas características permiten al C15 tener un control completo sobre la sincronización, duración y presión de la inyección. Por otro lado la transmisión electrónica controlada de ocho velocidades está diseñada específicamente para el camión articulado y para sus aplicaciones. Se caracteriza por su estrategia de cambio de velocidad antivascilación para la continuidad de la velocidad, el Control electrónico de la presión del embrague funciona con el Cambio de velocidad de acelerador controlado para administrar el par de cambio de velocidad, y proveer excepcional suavidad en los cambios de velocidad. Los Cambios de Marcha con Aceleración



Controlada, Reducen de manera significativa los esfuerzos sobre el tren de fuerza y el desgaste del embrague, controlando la velocidad del motor y las conexiones de traba del convertidor de par y de los embragues de la transmisión. Este modelo a su vez tiene un sistema de

frenado llamado freno de compresión de motor su función es que proporciona un esfuerzo adicional de frenado en pendientes. Es un excelente complemento para el motor C15 ACERT, convirtiéndolo en un compresor de aire con absorción de potencia. Se puede usar continuamente porque su tiempo de respuesta es muy rápido y no produce calor adicional. Los componentes del tren de fuerza operan en conjunto para ofrecer una fuerza máxima de tracción más utilizable a altas velocidades en pendientes. En la primera marcha, el convertidor de par supera la resistencia de la pendiente enviando más par a las ruedas y evitando que se sobrecargue el motor. En pendientes cuesta abajo, el freno de compresión del motor funciona como un freno reduciendo la velocidad de la máquina. La suspensión delantera de tres puntos oscila $\pm 6^\circ$ para proporcionar un

desplazamiento suave, permitiendo que el operador viaje a alta velocidad en terrenos difíciles y amortiguando (Fig. II.4) las cargas de impacto sobre las estructuras y los componentes. Su suspensión delantera tiene un diseño de balancín que proporciona un desplazamiento estable y excelente retención de la carga. El diseño de la suspensión consiste en que las piezas fundidas del eje central y trasero están montadas al bastidor en A que se afirman al bastidor trasero mediante bielas laterales y cojinetes sellados de bolas de acero; los cojinetes de acero aumentan la capacidad de acarreo de carga. El resistente sistema de bajo mantenimiento permite la oscilación y el movimiento independiente de las ruedas. El diseño de la suspensión trasera optimiza la estabilidad, la tracción y la flotación



Fig. II.4



Fig. II.5

Por otro lado la caja esta construida de acero termotratado, con alta resistencia de fluencia, lo que proporciona resistencia excepcional sin añadir peso innecesario. La extensión antiderrame delantera integral ayuda con la retención de material y protege el área del enganche contra material que cae. (Fig. II.5) Cuenta con un sistema de



amortiguación hidráulico de la dirección resultando en una transmisión suave con capacidad de respuesta, comodidad del operador y cargas de choque para los componentes de la máquina

La cabina es amplia para dos personas que ofrece un espacio cómodo de trabajo tanto para el operador como para el instructor o aprendiz. Todos los camiones articulados de la familia 700 usan el mismo diseño de cabina, Aumenta la comodidad del operador con un respaldo reclinable de dos lados y cojines más gruesos. Es totalmente ajustable para proporcionar una posición óptima durante la conducción. Doce salidas de ventilación proporcionan distribución del aire para mantener al operador cómodo y descongelar rápidamente las ventanas. La calefacción, el aire acondicionado y el descongelamiento son estándar. Los montajes de la cabina están diseñados para reducir el ruido y las vibraciones en la cabina. El puesto del operador usa muchos materiales insonorizantes que mantienen bajos los niveles de ruido cuidando así también del bienestar y salud del operador. (Figs. II.6, II.7, II.8, II.9).



Fig. II.6



Fig. II.7



Fig. II.8



Fig. II.9



“ESPECIFICACIONES TECNICAS”

Motor	Unidades: EE.UU. Métricas
Modelo de motor	Cat® C15 ACERT®
Potencia bruta SAE J1995	304 kW
Potencia neta - SAE J1349	287 kW
Potencia neta - ISO 9249	290 kW
Potencia neta - EEC 80/1269	290 kW
Potencia en el volante	287 kW
Calibre	137 mm
Carrera	171.5 mm
Cilindrada	15.2 L
Pesos	
Carga útil nominal	32.7 toneladas métricas
Capacidades de la caja	
Colmada 2:1 SAE	19.7 m3
A ras	14.7 m3
Colmada 1:1 SAE	24.4 m3
Transmisión	
Avance 1	6.42 kph
Avance 2	10.3 kph



Avance 3	13.53 kph
Avance 4	18.89 kph
Avance 5	25.74 kph
Avance 6	36.78 kph
Avance 7	50.02 kph
Avance 8	58.28 kph
Retroceso 1	8.24 kph
Pesos en orden de trabajo	
Eje delantero - Vacío	18150 kg
Eje central - vacío	6390 kg
Eje trasero - Vacío	5710 kg
Total - vacío	30250 kg
Eje delantero - carga nominal	3840 kg
Eje central - carga nominal	14430 kg
Eje trasero - carga nominal	14430 kg
Total - carga nominal	32700 kg
Eje delantero - Cargado	21990 kg
Eje central - cargado	20820 kg
Eje trasero - Cargado	20140 kg
Total - Cargado	62950 kg

Espesor de la plancha de la caja

Parte delantera	8 mm
Parte trasera	14 mm
Lado	12 mm
Base	14 mm

Capacidades de llenado

Tanque de combustible	560 L
Sistema de enfriamiento	95 L
Sistema hidráulico	328 L
Cárter del motor	38 L
Transmisión	72 L
Mandos finales/Diferencial	80 L
Caja de engranajes de transferencia de salida	21 L

Niveles de ruido

Cabina interior	79 dB(A)
-----------------	----------

Levantamiento de la caja

Tiempo de subida	11 Segundos
Tiempo de bajada	7 Segundos

Normas

Frenos	SAE J/ISO 3450-1998
Cabina/FOPS	SAE J231 ENE81 e ISO 3449:-1992 Nivel II
Cabina/ROPS	Normas SAE J1040 MAYO 1994 e ISO 3471-1994
Steering	ISO 5010 1992E

II.3 TRAILERS



II.3.1 REMOLQUES DE PLATAFORMA



El remolque o **trailer**, consiste en una plataforma plana de madera, (Fig. II.10) que puede tener la altura de las llantas o menor, descansando en dos ejes (uno a cada lado de la línea central) atrás, y sobre de un enganche de cuello de cisne al frente. En un remolque completo, el cuello de cisne es un soporte giratorio, y en los semirremolques se apoya en la “quinta rueda” del camión de arrastre. La plataforma debe quedar al nivel de la parte superior de las llantas, o más abajo.

Los ejes traseros están montados en su centro en muñones que permiten las oscilaciones laterales, permitiendo de esta manera distribuir con suavidad la



Fig. II.10

Carga en (Fig. II.10) terreno irregular. Cada eje son de 15 o 18 “, y el tamaño de las llantas oscila entre 7.50 a 10.00 “.

La cubierta tiene un espesor de 2 o 3 “. No va corrida sobre las llantas, porque sus oscilaciones llagan mucho más arriba de la cubierta. La altura de la cubierta en los modelos horizontales es de 30” a 35.5”, y la de las inclinadas de 24” a 29.5”. El espacio que queda entre los dos ejes sirve para poder quitar y levantar las llantas interiores. Las llantas exteriores se cambian de la misma manera que las de un camión. Se usan frenos de aire comprimido o de aire enrarecido en los cuatro cubos de las ruedas. Que se controlan desde la cabina del camión por medio de tuberías y de mangueras flexibles provistas de coples enganchables. Están proyectadas de tal manera, que si se desconectan las mangueras, se aplican automáticamente los frenos para evitar que se desboquen.

La carretilla delantera consiste en una plataforma de enganche montada en muelles sobre un eje sencillo. Se usan dos discos perforados en la conexión giratoria del cuello de cisne para guardar la grasa, (ver fig. II.11), para aumentar la superficie de apoyo, y para eliminar los movimientos laterales y las sacudidas.



Fig. II.11

Si el remolque se va a usar con y sin la carretilla delantera, la carretilla se puede equipar con una quinta rueda del tipo de tractor, en vez de la mesa giratoria ordinaria. Se fabrican también carretillas con dos ejes que pueden oscilar transversalmente, cada uno de los cuales lleva dos o cuatro llantas.

Las plataformas horizontales son más cortas, presentan un espacio mayor sin estorbos, y son algo más fáciles de cargar y descargar por el extremo trasero. Las plataformas inclinadas disminuyen la altura de la máquina cargada en seis pulgadas o más y son fáciles de cargar por los lados pero se reducen las distancias para despejar el camino.

Estos remolques se fabrican ordinariamente con capacidades de quince a treinta toneladas, con anchuras de 8 y de 10 pies. La altura de la defensa trasera varía entre 30 y 36 “, según el tamaño de las llantas. La altura libre sobre el pavimento es de 10 a 18 “.

Los remolques mayores pueden tener ruedas traseras en tándem se usan dos ejes cortos a cada lado, que se apoyan en muñones longitudinales. Este montaje aumenta la longitud total, pero proporciona espacio en la plataforma entre las llantas, que puede utilizarse para soportar las rampas, o para llevar un cucharón de pala. El remolque tipo D tiene ocho pares de ruedas traseras en cuatro ejes (Fig. 11.12), oscilan individualmente en un par de vigas longitudinales. Las ruedas se pueden ajustar automáticamente a las irregularidades del terreno en cualquier dirección. Estos remolques tienen capacidades de 30 75 ton. Los anchos son de 8 y 10 pies, y las longitudes de las plataformas, adelante de las ruedas traseras, son de 16 o 18 pies. Las alturas de las plataformas son semejantes a las de los modelos "H". Las plataformas se pueden extender hacia atrás, o hacia los lados.



Fig. 11.12



Remolques para cargar. Es una costumbre ordinaria subir la maquinaria que tiene autopropulsión a los remolques de reversa, con la ayuda de rampas, bloques, o bancos, o su combinación.

Las rampas estas pueden hacerse de tablonces de encino o de cualquier otra madera resistente, de 2 a 5" de gruesa (siendo la de 3" la usual), y de 10 a 16" de ancho. También se pueden hacer de acero, o de madera reforzada con placas o ángulos de acero. Son ordinariamente tan pesadas que son necesarios cuando menos, dos hombres para manejarlas, por lo que a menudo resulta ventajoso colocarlos con la maquina que se va a cargar.

Al cargar máquinas de orugas, el punto en el que se produce el mayor esfuerzo queda cerca del terreno en el que las orugas se van obligadas a subir. Al descargar, el contraventeo es especialmente necesario donde la máquina toca la rampa, porque inclina hacia fuera la plataforma del remolque. Las rampas que acompañan a los remolques están proyectadas para cargar la mayor parte de las máquinas en terreno a nivel. Su longitud debe ser cuando menos de tres pies, por cada pie de la altura del remolque. Las máquinas montadas en ruedas de llantas producen un esfuerzo concentrado, pero bastante uniforme, sobre las rampas. Las aplanadoras deberán tener pendientes muy pequeñas y será necesario valerse de

			
Rampa en reposo con el labio de seguridad	Inicio de elevación para puesta en servicio	Labio extendido con elevación máxima	Labio apoyado sobre caja camión (carga y descarga)

montones de tierras o de bancos para subirlas a los remolques. Las máquinas con orugas pueden cargarse de frente o de reversa, pero tienen un control mejor, cuando suben de reversa, especialmente si las orugas están flojas. La máquina deberá estar en primera velocidad y moverse lentamente, pero con acelerador

suficientemente abierto para evitar el riesgo de que se pare. No se deben de dar vueltas bruscas, ni pararse, excepto con una emergencia.



Las rampas mojadas son peligrosas y deberán cubrirse con arena gruesa y angulosa, las superficies de acero pueden quedar resbalosas aun cuando se cubran con arena. Las máquinas nunca deberán cargarse con rampas cuando haya nieve o hielo sobre de ellas, en la cubierta, en las orugas, o en el terreno donde la máquina este parada.

Si el remolque se puede acercar en reversa contra un banco, o en una zanja profunda, es posible cargar sin rampas y, con frecuencia, aún sin bloques . Los bancos de poca altura o las zanjas pueden utilizarse para disminuir la pendiente que tendrían las rampas en un terreno a nivel.

Estos remolques se utilizan mucho también para acarrear objetos voluminosos, como tanques, partes de maquinaria, entre otros, (Fig. II.13) Se simplifica mucho la maniobra de recoger y mover cargas muertas, incluyendo maquinaria vieja, con un malacate montado en el tractor.



Fig. II.13



Estos son algunos de los remolques que utilizan normalmente rampas para poder cargar la maquinaria.

Remolques diseñados para cargar desde una retroexcavadora hasta una motoconformadora, así como varios equipos de maquinaria ligera para la construcción a la vez.



Remolque para transportar maquinaria pesada, se carga por la parte trasera del remolque, por medio de una cola de castor y dos rampas abatibles al centro.



Remolque para transportar maquinaria pesada, se carga por la parte delantera del remolque, por medio de un sistema mecánico de desenganche, es utilizado en mayor parte para maquinaria con rodado tipo "oruga".



Protección de los pavimentos. Cuando las máquinas montadas en orugas se cargan o se hacen caminar sobre las calles pavimentadas, se debe proteger el pavimento del camino. Los daños se pueden producir por las derrapadas laterales durante las vueltas, y por excavar con las garras.

Especialmente se puede triturar la carpeta asfáltica cuando la subrasante está mojada o en tiempo caliente. Lo que se puede evitar por medio de tablonos o tablas para distribuir el peso sobre una área mayor.

En muchas localidades, está prohibido por la ley circular con máquinas con orugas por las calles, pero nada dice respecto a que no se dejen señales visibles de haber circulado.

Carga lateral de los remolques. A menudo, es más conveniente cargar por un lado. Las guarniciones normales de las banquetas tienen una altura sobre la cuneta que permiten usar rampas más cortas y más ligeras, los modelos de



plataforma baja tienen menor altura en los costados que en los extremos como se han mostrado en imágenes anteriores.

Transporte. La cantidad de carga sobre las ruedas traseras del remolque, y sobre la carretilla delantera o tractor, pueden ajustarse colocando la máquina hacia adelante o hacia atrás de la plataforma. Su colocación se puede también ver afectada por la necesidad de apoyar el cucharón o la hoja de empuje, y la dirección en el que se vaya a llevar la puma. Cuando la máquina está en posición correcta, se deja con velocidad puesta y los frenos aplicados. Las rampas y bloques se cargan en la plataforma y la máquina se asegura contra deslizamientos por medio de bloques y de cadenas o de ambos. En la mayor parte de los estados, las anchuras de los camiones y remolques se limitan a ocho pies. Los vehículos más anchos deben obtener permisos especiales, que puedan limitarse a la ruta y hora señalada, y se les impide circular cuando las calles están mojadas o tienen hielo.

Los conductores de los remolques completos deben de estar seguro de su ruta, para no entrar en calles cerradas. El conductor de tipo promedio no puede hacer caminar en reversa un equipo de estos a ninguna distancia, ni darle vuelta en los espacios reducidos. Puede ser necesario desconectar de tiro, dar la vuelta a la manzana, y remolcarlo hacia atrás. Otro método para salir de una calle cerrada es de cargar la máquina y arrastrar el remolque vacío lateralmente hasta que quede en dirección de la salida. Las rutas de los remolques deben estudiarse cuidadosamente para evitar pasos inferiores que sean tan bajos que les impidan el paso, y los puentes demasiado débiles para cruzarlos. Los remolques bajos largos se pueden quedar montados al cruzar caminos con mucho bombeo o sobre las vías de los ferrocarriles, o en las crestas de los caminos vecinales.

Remolques desconectables de cuello de cisne. Los remolques e pueden hacer con cuello de cisne desconectable para permitir la carga por el extremo delantero. La conexión del cuello al remolque se sujeta por medio de pasadores que no

llevan carga. La quinta rueda del tractor se prolonga hacia abajo y hacia atrás dentro de una rampa que está provista de topes ajustables.

Para desconectarla, se colocan pequeños soportes de bloques debajo del extremo delantero de las vigas del remolque (en los modelos nuevos estos bloques no son necesarios), se quitan los pasadores de la conexión del cuello de cisne, se sueltan las conexiones de (Fig II.14) los frenos y de los faros, y se



desengancha la quinta rueda. Se hace caminar hacia delante el tractor y el cuello de cisne se desliza hacia abajo por la rampa, hasta que las vigas del remolque descansan sobre los bloques (o sobre el terreno).



Fig. II.14

Se usan bloques o rampas muy cortas para cargar la máquina que se va a llevar. Entonces el tractor puede empujar hacia atrás el cuello de cisne a su lugar, de manera que se puedan colocar los pasadores en su lugar. Si no caen fácilmente, deben darse unos empujones ligeros al cuello de cisne. Si solamente baja un pasador, se debe de quitar el tope del cuello de cisne de ese lado y se hace caminar el tractor de reversa. Los pasadores se deben golpear con un martillo.

Fig. II.14

Remolque de traveses o de vigas I. A menudo no resulta práctico transportar palas en remolques de plataforma, porque la altura combinada del remolque y de la pala

es muy grande para pasar debajo de los puentes de la ruta. Esta dificultad puede reducirse usando un remolque del tipo de vigas que soporta el bastidor de la pala permitiendo que las orugas cuelguen a unas cuantas pulgadas del suelo.

Los modelos de vigas eliminan también la necesidad de usar rampas largas, que pueden ser tan pesadas que requieren de toda una cuadrilla para manejarlas, y que son peligrosas usarlas cuando están resbalosas.

La parte del bastidor se sujeta, por medio de un pasador removible a una carretilla que consta de un eje oscilante delantero equipado con una barra tiro y llantas dobles. La carretilla se quita para cargar y para descargar la pala.

Este tipo de construcción se presta solamente para los remolques completos y se usan mucho los de capacidades menores de 25 ton.

Los remolques grandes de vigas están hechos para cargarse por atrás.



Cabinas de algunos trailers

Carga. Esta es una serie de pasos en el cual el pasador de conexión entre el bastidor y la carretilla se suelta y se saca, permitiendo que el bastidor caiga al suelo. La carretilla se retira del camión, o se quita y se lleva a donde no estorbe a mano. Luego se colocan los bloques a distancias iguales de cada lado



de las vigas, y la retroexcavadora se sube a ellos. Luego se levanta el bastidor por medio de una cadena unida al cucharón, se hace regresar la carretilla a su lugar, y se introduce el pasador de conexión. Los ejes muertos de la retroexcavadora quedan ahora sujetos por los soportes del bastidor.

Se quita la cadena, se empuja el remolque al mismo tiempo hacia delante sobre los bloques. Al bajar la retroexcavadora de los bloques su bastidor quedara apoyado por las vigas del remolque. Cuando está subida completamente, se para el tractor, se recogen los bloques, y se sujeta firmemente la pala a los soportes del remolque.

Las orugas de una retroexcavadora sobre un remolque de vigas cuelgan muy bajas y pueden rozar en el camino en los lomos o en las crestas de las lomas. Si las ruedas no se sujetan pueden reducir el arrastre que se produzca girando. Si la máquina cuelga excesivamente, puede correrse hacia delante mientras que se



hace caminar el remolque a la misma velocidad, hasta que el bastidor del remolque levante las orugas arriba del terreno otra vez.

Ocasionalmente deben quitarse las orugas para obtener un espacio libre suficiente arriba del terreno, cuando la máquina se

lleva de la manera convencional. Las dificultades con la altura libre arriba del terreno pueden evitarse cargando por un lado y llevando las orugas de la pala atravesada sobre las vigas superiores. Se usan bloques o un banco en vez de rampas. Siendo necesario un amarre muy seguro.

Remolques de plataforma baja. Hay dos tamaños de semirremolques Stauffer de plataforma baja que se utilizan para transportar maquinaria que pese 10 ton o

menos. Con objeto de mantener el ancho inferior a 8 pies la plataforma deberá limitarse a una anchura de 6 pies (Fig. II.15).



Fig. II.15

La barra de tiro es de altura ajustable, y se sujeta al camión por medio de un pasador vertical en un soporte en el travesaño trasero. La conexión se hace subiendo con un gato el remolque y la barra de tiro a la altura requerida, haciendo retroceder el camión de manera que el agujero superior e inferior del enganche quede en línea con el agujero de la barra de tiro, y luego, se coloca y sujeta el pasador. El semirremolque Tagalong tiene una altura de plataforma de 24" (Fig. II.16), Se usan atrás cuatro llantas grandes de camión en un eje fijo, y la carga se puede hacer por el frente o por los lados.

Su barra de tiro está sujeta a un pasador vertical soldado al bastidor del camión atrás del eje trasero, al fondo de la caja de volteo se hace pasar por una polea de la



Fig. II.16



barra de tiro del remolque, luego se ancla en el bastidor del tractor.

Subiendo la caja, se sube la barra de tiro, después de locuaz se sujeta con un pasador de conexión horizontal.

Cualquier máquina que pueda dar vuelta sobre la plataforma del remolque, es más conveniente cargarla por los costados con el remolque conectado al camión. La plataforma es lo suficientemente baja para permitir el uso de rampas cortas y bloques. Este remolque se inclina mucho al dar vuelta la máquina arriba de él, a menos que se le pongan bloques debajo de las esquinas delanteras.

Los remolques Tagalongs se fabrican ordinariamente con capacidades de 10 a 20 ton. Las plataformas tienen una anchura de 8 pies y 16 pies de largas.

Remolques inclinables. Este tipo de remolques utilizan un cilindro hidráulico o neumático semejante a los aparatos para cerrar puertas, para absorber el choque de la carga. Los modelos Jahn de cinco y ocho toneladas de capacidad son algunos modelos de este tipo.

II.4 CAMIÓN DE DESCARGA DE FONDO Y DE LADO

Los camiones de fondo de descarga son transportadores económicos cuando el material que se va a mover esta libre, es decir que no es pegajoso, por ejemplo en este tipo de materiales podemos mencionar la grava, el material de desperdicio, la arena seca, razonablemente secos, el uso de este tipo de camiones reduce el tiempo requerido por la unidad para tomar ventaja de este ahorro de tiempo se recomienda utilizar un camión de capacidad considerable, y comúnmente se debe de tener una área grande donde se pueda descargar libremente el material, donde la carga se pueda separar en hileras.

La razón rápida de descargar la carga de los carros, es otra ventaja con la que cuentan así como también son un poco más veloces que los camiones fuera de carretera a ellos se les permiten circular en carreteras y caminos federales (Fig. II.17).



Fig. II.17

En este rubro entran también los **remolques y las vagonetas**. Un semirremolque es un bastidor que se apoya en ejes y ruedas en la parte trasera y que descansa en su parte delantera en el vehículo motor o tractor. Están equipados con un mecanismo de enganche llamado plataforma giratoria, para engancharlo se sostiene el remolque a la altura adecuada. La plataforma giratoria, o enganche del remolque choca contra la del tractor en el que se acuña y levanta ligeramente hasta que su clavija entra en un agujero. Los remolques completos, llamados vagonetas, están equipados con ejes de apoyo y ruedas en ambos extremos, de manera que ningún peso descansa en el tractor. El eje delantero puede girar libremente o puede llevar un mecanismo de dirección.

Las cajas que sirven para vaciarse por la parte de atrás, por lo general están instaladas en los semirremolques, y no en los remolques completos, además pueden descargarse hidráulicamente.

Las cajas pueden ser muy largas y requieren terreno a nivel y un buen espacio libre en la parte superior. Un semirremolque se puede operar en áreas más

reducidas que un camión de la misma capacidad. Como las ruedas de tracción no están atrás puede echarse en reversa algo más cerca de las orillas de los terraplenes, y más adentro en terreno blando, que a un camión. Sin embargo, su tracción no es tan buena y se requiere mayor pericia



para manejar. La carga se vacía frenando con los frenos traseros y enrollando el cable. Con esto se levanta la parte delantera de la caja y empuja el tractor hacia atrás. Cuando las garruchas de la caja casi tocan el marco se para el motor del sistema elevador para un cortocircuito automático.

Cuando se ha vaciado se baja haciendo caminar el tractor hacia delante unos cuantos pies, invirtiendo el sentido de rotación del motor del elevador, de manera que se desenrolle el cable del tambor. La caja cae por gravedad, obligando al tractor a tomar su posición original.

A esta unidad se le puede dar vuelta en un círculo de 7.62m, en condiciones favorables.

Descargas de fondo. Algunos modelos son de 13 yd³, que vacían su carga abriendo un par de puertas longitudinales que no tienen toda la longitud del fondo de la caja. Estas están articuladas a los costados de la caja y se operan por medio de cables. Se controlan por una unidad de fricción, montada en la caja cerca de la rueda trasera izquierda. Una rueda ranurada en contacto con la llanta mueve un

malacate que enrolla el cable y levanta las puertas. Un trinquete sujeta al malacate automáticamente.

Se usa aire comprimido sirve para poner en contacto la rueda con la llanta para elevar las puertas y para quitar el pasador cuando se tienen que abrir. Con la mano se puede regular la abertura de las puertas. (Figs.II.18, II.19, II.20)



Fig. II.18



Fig. II.19



Fig. II.20

Estas máquinas están proyectadas para formar terraplenes en los que pueden transitar camiones. Pueden operarse con seguridad y vaciarse en terreno irregular. Los montones que se forman al vaciar son relativamente bajos y requieren menos conformación que los formados con volteos de capacidades semejantes que descargan por atrás.

El modelo Euclid tiene dos motores el que lleva un tractor ordinario y otro adicional montado atrás del mismo tamaño que impulsa las ruedas del remolque. La propulsión se efectúa por medio de convertidores de torsión separados y de transmisiones sincronizadas. La doble potencia y aceleración permiten aumentar muy rápidamente la velocidad, disminuyen el tiempo de recorrido, y permiten trabajar en condiciones muy adversas. Sin embargo, como las vagonetas de descarga de fondo se usan generalmente bajo condiciones más favorables esta unidad no ha logrado alcanzar la popularidad Fig. II.21



Fig. II.21

de las esreapas, (Fig. II.21). La vagoneta mississippi, tiene una caja de costados rectos con puertas que se abren con articulaciones exteriores. (Figs. II.22, II.23). Se controlan con un cilindro hidráulico que



Fig. II.22

descansa en una plataforma en la parte delantera de la caja. Cuadernales de dos o tres poleas que, se sujetan a la base del cilindro hidráulico y el vástago del pistón. Un cable arrollado en las poleas abre las puertas cuando el cilindro se

extiende. Las puertas se abren por su propio peso cuando se quita la presión de los cilindros hidráulicos.



Fig. II.23

Esta combinación de tractor vagoneta usa la transferencia hidráulica. Si el remolque está vacío y equipado con seguro para la barra de tiro, sus ruedas delanteras pueden levantarse del terreno, caminar de reversa y manejarse como un semirremolque. Esta característica puede resultar muy útil si se utiliza el equipo en un lugar muy restringido.

Las puertas de la vagoneta se operan con una unidad de control de potencia en el tractor. El cable se arrolla alrededor del lado izquierdo y a través del centro hueco del brazo de la caja. Las puertas están articuladas a los extremos de la caja y se levantan por el costado exterior.



Cajas de volteo de descarga lateral. Las cajas de descarga lateral se usan para construir las orillas exteriores de los terraplenes que son lo suficientemente largos para permitir un acceso de costado. Son más bajas y más estables que las elevadas de descarga trasera, y pueden descargarse a altas velocidades.

La caja de descarga lateral puede descargar por ambos lados, montadas en remolques. Se sujetan a sus bastidores de apoyo por articulaciones con pasadores en ambos lados. Llevan cilindros hidráulicos montados verticalmente adelante y atrás.

La caja se inclina sacando los pasadores de un lado y extendiendo los cilindros (Fig. II.24). El costado libre se eleva girando alrededor de las articulaciones del otro lado.



Fig. II.24

La puerta del lado que queda abajo se mueve hacia fuera y hacia abajo automáticamente, formando una canaleta para conducir el material lejos de las ruedas. Las cajas de volteo lateral están montadas en semirremolques proyectados para los tractores Caterpillar, que pueden equiparse con costados inclinados para vaciar sin abrirlos, o con puertas laterales que se abren automáticamente y que se pueden arreglar para vaciar por cualquier lado.

El sistema elevador tiene cilindros hidráulicos telescópicos de tres tramos. Pistones apoyados en resortes en el costado del bastidor reducen los choques que se producen al vaciar material, y ayudan a poner en su posición horizontal a la caja.

El centro de gravedad es bajo para poder descargar caminando.





Remolques de orugas. En algunos trabajos de construcción, el terreno es demasiado blando para las vagonetas con llantas de hule, y otros, tienen materiales tan abrasivos que las llantas duran muy poco. Bajo estas circunstancias las vagonetas de volteo se montan en orugas las cuales se pueden usar con tractores también de orugas. Las vagonetas que sirven para descargar por los dos costados del remolque, para canteras. El mecanismo de volteo tiene articulaciones con pasadores en los dos lados y un solo cilindro telescópico. Sus costados están inclinados y sobresalen. También se fabrican cajas con puertas laterales automáticas y otras con descarga de fondo.

Las orugas son cortas para disminuir la resistencia para dar vuelta, además son de diseño especial con zapatas anchas y pasadores que se limpian automáticamente. Cada una lleva dos pares de ruedas guías. Los bastidores de las orugas están articulados al centro del bastidor del remolque.

Tamaño de los camiones. La capacidad de acarreo necesaria se puede obtener con unos cuantos camiones grandes, o con un número mayor de camiones pequeños. Las flotillas de camiones pueden estar formadas por unidades del mismo tamaño o de varios.

Un camión grande debe mover tierra a un precio menor que uno pequeño a la misma velocidad, especialmente en los acarreos largos. Su precio de adquisición y de mantenimiento son generalmente menores tomando como base la yarda, una caja grande construye un blanco mayor para cargarlo con una pala o draga grande, y puede aumentar su producción hasta en un 20% con ciclos de menor duración, reduciendo el material que se tira. Una caja de costados altos puede dificultar la carga con una pala pequeña o con un cargador de tractor.

El camión grande requiere sustancialmente más espacio para maniobrar y si no se dispone de él, se puede desperdiciar mucho tiempo para colocarse ya sea para cargar o para vaciar, de tal manera que su producción será menor y más costosa que la de un camión pequeño.



Fig. II.25

Un camión de 10 yd³ (Fig. II.25) en una flotilla puede desbaratar un camión para acarreos que hubiera durado indefinidamente con unidades de 5 yd³. El daño es más probable cuando el pavimento del camino sea de grava de asbesto o de concreto, descansa sobre suelo que soporte únicamente cargas moderadas, para protegerlo sería necesario hacer costosos rellenos adicionales o pavimentos. Este problema se afecta, tanto por la presión producida en el terreno por las llantas individuales, como por el peso total de toda la máquina.

En los acarreos muy cortos, cuando el espacio es tan restringido los camiones pierden tiempo de esperarse entre sí, un solo camión grande puede permitir dar a la pala más rendimiento que dos unidades pequeñas con mayor capacidad total de carga.



Fig. II.26

Sobrecargas. Los camiones y vagonetas son generalmente capaces de transportar cargas mucho más pesadas que las recomendadas por sus fabricantes. Sin embargo, cuando se sobrecargan se agota la resistencia de reserva que se dejan en sus partes y se produce un desgaste acelerado y descomposturas más frecuentes. (Fig. II.26) Los frenos y la capacidad de frenado con el motor no son muy seguros ni efectivos con carga adicional. Por otro parte las sobrecargas disminuirán la aceleración, reducirán la fuerza de tracción, y disminuirán las velocidades en terreno irregular de manera que en condiciones severas disminuirá también el rendimiento. Las condiciones que favorecen las sobrecargas incluyen a los caminos buenos, terreno duro en las zonas de carga y descarga, rasantes a nivel o con poca pendiente y operadores cuidadosos.

El contratista que desea hacer acarreos pesados puede, o comprar un camión del tamaño adecuado o sobrecargar uno más ligero de la misma capacidad. El primero resultará más económico si la máquina va a tener un uso relativamente continuo. Sin embargo, si no se dispone del capital necesario, o la inversión no se justifica por las probabilidades de trabajo, podrá aconsejarse el uso de unidades más ligeras.

La capacidad de las cajas se puede aumentar con tablonces laterales hasta en un 50% o más. Para las cargas voluminosas, puede resultar más satisfactorio usar una caja mayor o tableros laterales metálicos. Una caja de poco fondo con una superficie grande en el fondo podrá cargar un volumen mayor colmada en proporción a su capacidad enrasada que una corta y profunda. Los elevadores sobrecargados necesitan frecuentes reparaciones que son mucho más costosos que el precio adicional del elevador mayor.

Una reparación costosa para la sobrecarga es la instalación de propulsión con dos ejes traseros alargando y reforzando el bastidor. Algunos modelos de camiones dan un servicio excelente con dos ejes dobles mientras que otros dan molestias frecuentes con la



transmisión y el embrague.

En terreno blando o resbaloso es un factor importante la conversión a propulsión en las cuatro ruedas, lo que aumentará la capacidad de carga, pero solamente con un gasto considerable. A menudo se instalan llantas de tamaño mayor y se refuerzan los bastidores al mismo tiempo que se hace la conversión.

Las vagonetas con descarga de fondo caminan rápidamente al mismo tiempo que descargan. El espesor de la capa lo determina la relación entre la velocidad y la anchura de la abertura de la puerta. La altura máxima del camellón la determina la altura libre debajo de la vagoneta. Detrás de las vagonetas pueden seguir inmediatamente motoconformadoras que extiendan el material en una sola pasada, o se pueden formar varios camellones tanto adelante como atrás del primero. También se puede utilizar la descarga lateral en la parte superior de los terraplenes, de la misma manera que las vagonetas con descarga de fondo, o formar simplemente una faja lo suficientemente larga que permita vaciar a lo largo de ella.

II.5 CAMIONES FUERA DE CARRETERA

Los camiones que se construyen para trabajar en minas o bancos, o en otros tipos de excavaciones en los que no se requieren el uso de los caminos públicos, no están sujetos a ninguna restricción legal respecto al tamaño o al



peso. Los camiones fuera de carretera pueden ser de una anchura de 8 a 14 pies con la longitud y el peso aumentados en proporción. Las capacidades de los camiones de chasis rígido varían de 40 o más yardas cúbicas y 60 ton, y los semirremolques pueden llevar 100 ton. Los tamaños van aumentando al disponer de componentes mayores como llantas, motores y convertidores de torsión.

El peso muerto del chasis y de la caja es generalmente igual a su capacidad de carga. Su construcción es mucho más pesada que la de los camiones para circular por carreteras, para poder soportar las condiciones más duras de los trabajos pesados y acarreo cortos. Unos cuantos de los camiones que están ahora en el mercado hacen extenso uso de aceros de alta resistencia, disminuyendo el peso de la caja, aumentando su capacidad de carga por la misma cantidad.

La velocidad máxima se aproxima de 30mi/ hr. Aunque la potencia del motor y las pendientes permitían velocidades mayores, el desgaste de las llantas y lo que se perjudican los hace antieconómicos.

Construcción de los camiones fuera de carretera. Los camiones Euclid (Fig.

II.27) son representativos de este tipo de camiones. El bastidor es sencillo y grueso. Se utilizan defensa de hule con cojines debajo de la caja. También las articulaciones del sistema elevador van montadas en hule. Los muelles traseros son de tamaño ordinario en todos



Fig. II.27

los modelos, después de haberse ofrecido modelos opcionales durante algunos años. Se pueden obtener con diferenciales ordinarios o con diferenciales que no pierden la tracción en una rueda cuando se levanta la del otro extremo del eje.

Las transmisiones sincronizadas tienen una o dos velocidades de reversa y cinco o diez hacia adelante.

Se usan en algunos modelos las transmisiones Torqmatic y los convertidores de potencia. El diferencial es el de tipo sencillo para el servicio pesado, de reducción. Los ejes interiores impulsan los cubos de ruedas por medio de engranes planetarios reductores.



Fig.II.28

La caja es del tipo que se emplean para roca o canteras. Sus costados son inclinados hacia fuera para aumentar el área de carga. (Fig. II.28) El piso está formado por dos láminas de acero separadas por tabloncillos de encino. No tiene

puerta trasera y su fondo inclinado hacia arriba, evita que la carga se resbale hacia atrás.

El elevador es de acción directa, de tres tramos, con cilindros telescópicos que proporciona potencia tanto para elevar la caja como para bajarla (Fig.II.29). Lo que

permite levantar la caja hasta darle una gran inclinación, porque la caja nunca queda fuera de control por estar desequilibrada. La mayor parte de los materiales se puede vaciar fácilmente aun en el sentido contrario de una pendiente.



Fig. II.29

La caja se vuelve a su lugar, primero por medio de potencia, luego se deja caer por gravedad.

Los modelos Mack de dos ejes traseros de propulsión usan un diferencial de efecto limitado, o sea. De los que no dejan sin tracción la rueda que está apoyada en el suelo, esta es una unidad compacta que usa levas y clavijas en vez de engranes. Transfiere hasta el 75% al eje que tiene mejor tracción.

El elevador de la caja emplea dos cilindros hidráulicos horizontales de doble efecto que obra por medio de barras acodadas.

La caja de volteo Gar Word para fuera de las carreteras, utiliza cilindros hidráulicos de efecto directo de acción sencilla, en un solo sentido de tres tramos,



Fig. II.30

alojados fuera del bastidor. La caja se voltea hacia abajo por medio de un cilindro hidráulico más pequeño en el centro trasero.

Camión para acarreo corto. El camión fuera de carretera, (Fig. II.30) es un camión especial para acarreo corto



fuera del camino. Su chasis es semejante al de los tractores de ruedas, con los ejes de las ruedas de corta distancia entre sí. Con llantas traseras grandes y delanteras pequeñas, de conexión rígida entre el bastidor y el eje trasero, y eje delantero oscilante con un resorte amortiguador central. La capacidad de la caja es de 10 yd³ enrasada.

El camión fuera de carretera tiene una transmisión sincronizada de dos velocidades, con convertidor de torsión y dirección de potencia. La velocidad máxima en uno y otro

sentido es de aproximadamente 35 mi/hr. Lleva frenos en las cuatro ruedas operados por aire. El freno de mano se fija con un resorte y se suelta con aire.

Los controles dobles con un asiento giratorio permiten al operador quedar de frente a la dirección en que se camina. Para cambiar de dirección, el operador gira el asiento y conduce el camión con el otro juego de controles. Si se usa cabina, tiene dos parabrisas completos adelante y atrás.

La caja del camión fuera de carretera está diseñada de manera que cuando está cargada queda desequilibrada y se vaciará por gravedad, cuando el operador abre una derivación para que el líquido a los cilindros para levantar y sostener la caja a la altura deseada para extender o vaciar en tolvas. La caja se regresa a su posición de acarreo por medio de potencia hidráulica.

Como algunos de los camiones para fuera de carretera, la parte trasera de la caja se puede utilizar como un bulldozer cuando está en la posición de vaciar, para extender montones, para permitir cruzarlos con la carga siguiente. Sin embargo,

no puede cortar hasta el nivel de las ruedas.

Cualquier material extendido completamente por este procedimiento tendrá una pendiente ascendente.



Fig.II.31

Esta máquina tiene una distancia muy corta entre ejes y tiene un radio de giro de 2.5 pies en las dos direcciones. (Fig. II.31)

Sin embargo, está proyectada principalmente para hacer viajes cortos de la pala al tiro, sin dar vuelta. Se puede





ahorrar tiempo en los acarrees cortos eliminando las vueltas, caminando aprisa en ambos sentidos y vaciado rápidamente. Debido a que está proyectado para operar sin dar vuelta, el camión fuera de carretera se adapta bien en los trabajos de perforación de túneles y explotación de minas, donde rara vez se dispone de espacio para dar vuelta. Su uso puede también simplificar los problemas de distribución y de tránsito en un banco donde el espacio está restringido, donde el terreno es demasiado blando para dar vuelta con comodidad, o donde el tránsito es muy intenso.

El camión fuera de carretera modelo 60 tiene una caja de 5 yd³, para vaciar por gravedad quitando un pasador, sin sistema hidráulico. El ángulo para vaciar está limitado por medio de cadenas con muelles amortiguadoras. Se vuelve teniendo el camión bruscamente. Si la carga de la caja caminando hacia atrás y parando bruscamente.

Propulsión en dos ejes traseros. La capacidad de transporte de los camiones de cualquier tamaño se puede aumentar instalándole un eje adicional trasero. Para los camiones de volteo éste deberá ser de propulsión. Un camión con este equipo se suele llamar de seis ruedas, de diez ruedas o tándem. A la unidad de eje doble se suele llamar tándem o vagoneta.



Los ejes dobles de tracción permiten transportar cargas mucho más pesadas en proporción al tamaño de las llantas y de la resistencia de los ejes, distribuyendo tanto el peso como los esfuerzos de tracción en el doble de unidades. Mejora la tracción, pero no tanto como lo hace la tracción delantera.

Los ejes dobles de tracción se pueden comprar como parte de un equipo nuevo de camión o para instalarse después. Debe tenerse cuidado al instalarlo en una vagoneta de fabricación diferente, porque puede suceder que el camión no soporta la atracción adicional, o la vagoneta puede no quedar equilibrada



correctamente. Algunos camiones dependen de que las ruedas traseras patinen cuando se les aplique un par de motor de gran magnitud para que no se produzca esfuerzos excesivos en el sistema de transmisión, y una tracción adicional puede producir la ruptura de la transmisión o de algunas otras piezas.

Dos cubiertas de los ejes se mantienen paralelas entre sí por ocho varillas de torsión. Las cuatro superiores se articulan a las cubiertas de los ejes y a los soportes laterales del bastidor; el grupo inferior al fondo de las cubiertas y a la parte inferior de un travesaño grueso, que está rígidamente sujeto al bastidor. Estas varillas sostienen los ejes contra la torsión y absorben los esfuerzos producidos por la potencia y el freno, soportan el peso del camión dos muelles de hojas, sujetas sobre un collar oscilante en el travesaño inferior del bastidor.

Si se aumenta la carga en el camión, los muelles se flexionarán y el bastidor se moverá hacia abajo con relación a los ejes. Sí se utilizan llantas gastadas en un

eje y nuevas en el otro, la rotación de las nuevas será más lenta y existirá una diferencia entre los dos ejes que producirá un desgaste entre las llantas y desgaste en los engranes, se puede evitar esta dificultad usando un juego de llantas con el mismo piso de espesor, o poniendo las buenas de un lado y las gastadas en el otro, de manera que el diámetro medio de las llantas en cada eje sea el mismo. Los diferenciales de los ejes pueden luego equilibrar las diferencias. Es preferible poner las llantas buenas del lado derecho para contrarrestar el bombeo del camino. A su vez también cuenta mediante la combinación del Módulo de Control Electrónico del motor y el Controlador del Chasis de la Transmisión, posibilita que los componentes críticos del tren de fuerza funcionen de un modo más inteligente.

A continuación se explica de una mejor manera, lo antes mencionado adentrándonos un poco más en las características que ofrece este tipo de camión.

Tren de fuerza - Motor

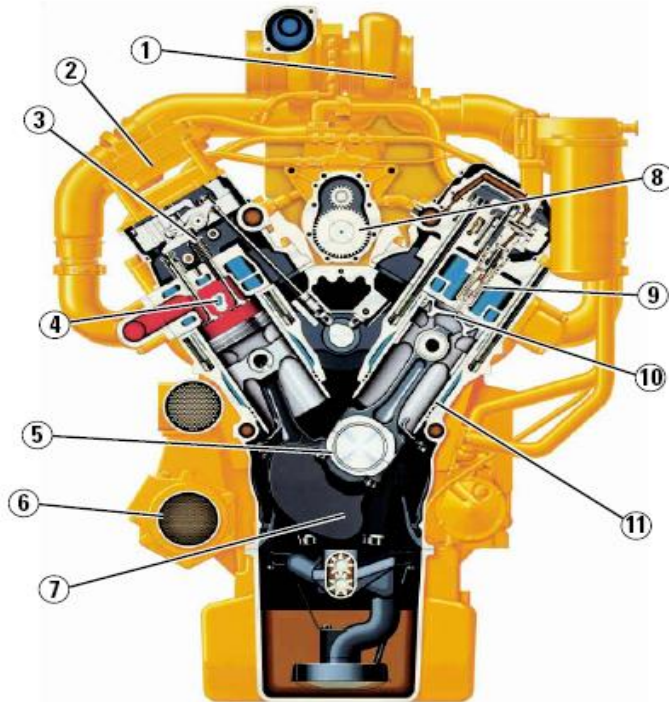
El motor de 8 cilindros, turbocargado y posefriado aire a aire con sistema de combustible

HEUI se ha construido para dar potencia, confiabilidad y economía, con menores niveles

de ruido y emisiones bajas.

Motor.

- 1) Turbocompresor
- 2) Módulo de Control Electrónico (ECM)
- 3) Rotadores de válvulas
- 4) Válvulas con caras de estelita
- 5) Cojinetes con dorso de acero y adherente de cobre
- 6) Enfriador de aceite
- 7) Cigüeñal forjado
- 8) Bomba de inyección de combustible, libre de ajustes
- 9) Inyectores unitarios electrónicos hidráulicos
- 10) Pistones de acero forjado
- 11) Camisas de cilindros enfriados por agua en toda su longitud



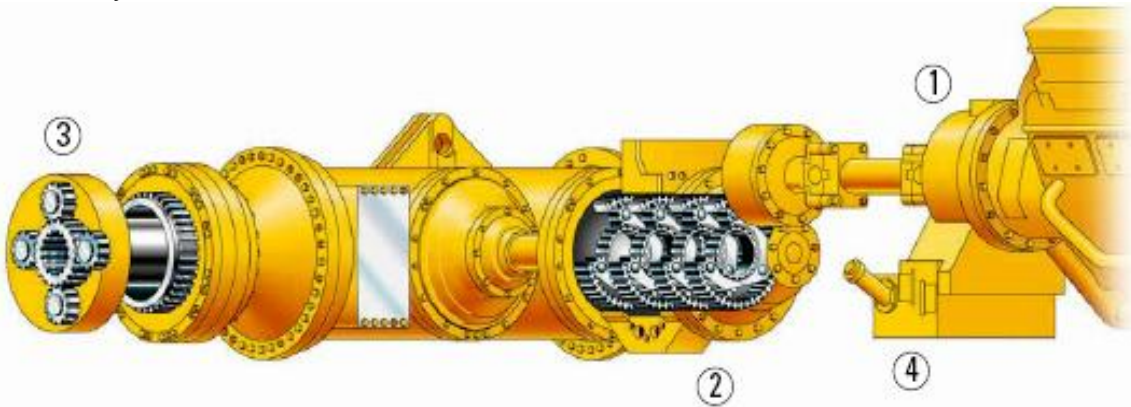
Tren de fuerza - Transmisión

La servotransmisión de siete velocidades funciona suavemente y con rapidez. Funcionando en conjunto con el motor de inyección directa, proporciona potencia constante en una amplia gama de velocidades de operación.

Características de la transmisión. Incluyen:

- Siete velocidades de avance, una de retroceso
- Velocidad de retroceso impulsada por convertidor de par
- Primera velocidad tiene tanto mando directo como mando de convertidor de par
- La segunda hasta la séptima velocidad inclusive son de mando directo
- Una sola palanca de control permite cambios automáticos en todas las marchas hasta la marcha seleccionada por la palanca de control
- Cada cambio de marcha se modula individualmente para máxima suavidad
- Circuito hidráulico separado con enfriador.
- Control electrónico con diagnósticos incorporados y memoria de códigos de fallas, memoria de sucesos y características programables
- Cambios controlados de aceleración
- Modalidad de operación económica

1) Convertidor de par con traba. Se combinan la fuerza de tracción máxima en las ruedas y los cambios amortiguados del mando de convertidor de par con la eficiencia y el rendimiento de mando directo.





- Se activa a aproximadamente 6,9 km/h (4,3 mph), entregando más potencia a las ruedas.
- El embrague de traba se suelta rápidamente y vuelve a conectarse, para mantener la potencia, prolongar la duración de la transmisión y brindar más comodidad al operador.

2) Servotransmisión planetaria. Utiliza una válvula moduladora de presión para regular los aumentos y reducciones de presión del embrague, lo que facilita la conexión del embrague. Ello reduce las cargas de impacto sobre los componentes del tren de fuerza. Entre las características figuran:

- Embragues de gran diámetro y cojinetes y engranajes planetarios robustos.
- Los sellos de presión patentados en el embrague giratorio reducen al mínimo las pérdidas por arrastre y mejoran la confiabilidad del equipo.
- Los fraccionamientos de engranajes al 35 por ciento entre todas las marchas se ajustan específicamente al diseño del motor para aprovechar al máximo su potencia con uso mínimo de los cambios y del convertidor de par.

3) Mando final. Los mandos finales y el diferencial proporcionan una multiplicación de par de 13.15:1 para reducir más el esfuerzo del tren de impulsión.

4) Sumidero. La transmisión y el convertidor de par comparten un sumidero común. Dicho diseño combinado ofrece un tubo de llenado y mirillas de fácil acceso.

Integración de motor con tren de fuerza

Mediante la combinación del Módulo de Control Electrónico (ECM) del motor y el Controlador del Chasis de la Transmisión (TCC,) se posibilita que los componentes críticos del tren de fuerza funcionen de un modo más inteligente.

Integración.

- 1) Técnico Electrónico
- 2) Sistema de Enlace de Datos Cat

3) Módulo de Control del Motor

4) Motor

5) Control de Chasis de la Transmisión

6) Control Automático del Retardador, Sistema de Control de la Tracción y Controlador Integral de Frenos

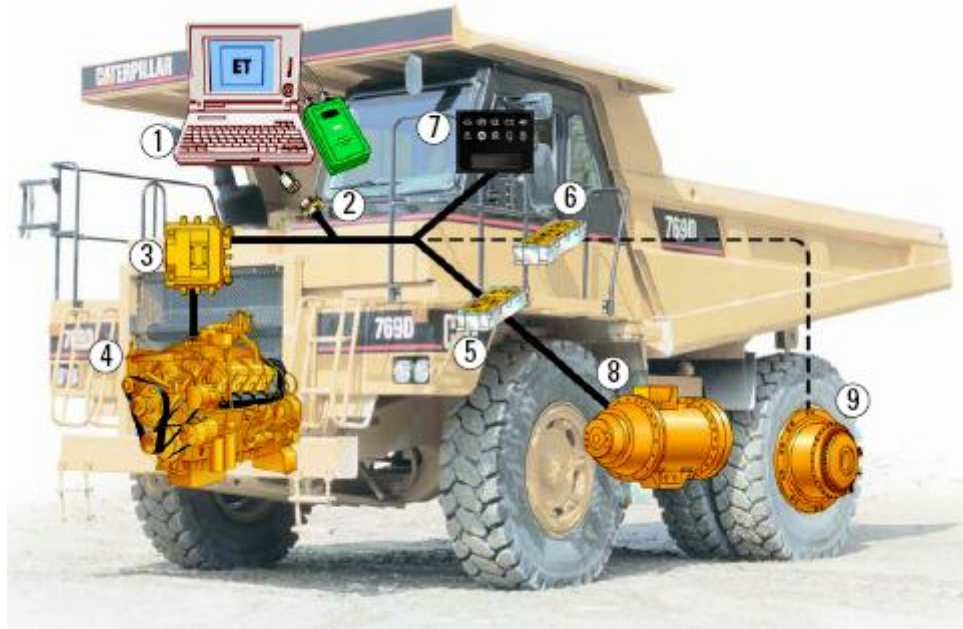
7) Sistema Monitor Electrónico

Caterpillar

8) Transmisión

9) Frenos enfriados por aceite

- **Cambios controlados de aceleración.** Se regulan las revoluciones del motor durante cada cambio para reducir el esfuerzo de la línea de mando a fin de realizar cambios más suaves y prolongar la duración de los componentes.
- **Modalidad de operación económica.** Modifica los mapas del motor, resultando en mayor eficiencia en consumo de combustible.



Frenos de discos traseros enfriados por aceite

Los frenos traseros permiten al operador concentrarse en la ruta de acarreo.

Frenos de discos enfriados por aceite. Se han diseñado para funcionar de modo confiable y sin ajustes a fin de brindar un rendimiento superior y larga duración en comparación con los sistemas de discos secos tipo zapata.

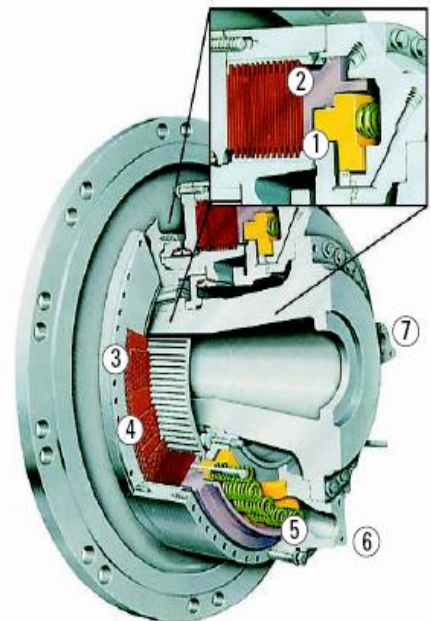
Capa de aceite. Una capa de aceite impide que haya contacto directo entre los discos. La capa absorbe las fuerzas de frenado al someter las moléculas del aceite a esfuerzo cortante y transferir el calor generado para prolongar la duración de los frenos.

Frenado secundario. Los frenos de discos enfriados por aceite, que se aplican por resorte y se desconectan hidráulicamente, están ubicados en el eje trasero. Los frenos delanteros se activarán como parte del sistema secundario, aun si han sido desactivados.

Frenos de estacionamiento. Los frenos de estacionamiento, que se aplican por resorte y se desconectan hidráulicamente, usan frenos de discos húmedos en el sistema de servicio. Un interruptor de volquete activa los frenos de estacionamiento.

Frenos de discos múltiples. Los frenos de discos múltiples Caterpillar con enfriamiento de aceite forzado se enfrían continuamente para ofrecer un excelente frenado y retardo sin pérdida de la capacidad de frenado. Los sistemas optativos ARC y TCS utilizan los frenos traseros enfriados por aceite para mejorar el rendimiento del camión y aumentar su productividad.

Pistones. Un diseño de dos pistones patentado por Caterpillar combina las funciones de retardo con los frenos de servicio, secundario y de estacionamiento. El pistón principal se acciona hidráulicamente y proporciona las funciones tanto de servicio como de retardo. El pistón secundario se acciona a resorte y se mantiene desactivado mediante presión hidráulica. Si cae la presión del sistema hidráulico por debajo de cierto nivel, el pistón secundario por resorte aplicará los frenos automáticamente



Frenos.

- 1) Pistón de estacionamiento/secundario
- 2) Pistón de servicio/retardo
- 3) Discos de fricción
- 4) Placas de acero
- 5) Resortes de accionamiento
- 6) Entrada de aceite de enfriamiento
- 7) Salida de aceite de enfriamiento

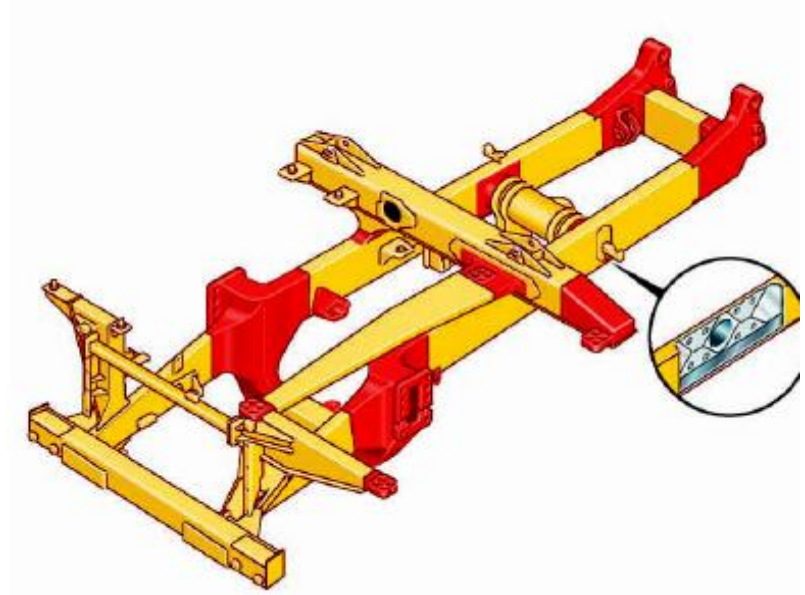
Estructuras

La espina dorsal del camión fuera de carretera.

Diseño con secciones de caja.

El bastidor utiliza un diseño de sección en caja, el cual incorpora 17 piezas fundidas a las áreas de alto esfuerzo, con soldaduras de gran penetración y envoltura continua.

Se usa acero dulce, que brinda flexibilidad, durabilidad y resistencia a las cargas de impacto, aun en climas fríos.



Piezas fundidas. Las piezas fundidas tienen grandes radios con costillas internas de refuerzo para disipar los esfuerzos. Las piezas fundidas reubican las soldaduras en áreas de menor esfuerzo y proporcionan de dos a tres veces la resistencia de estructuras fabricadas de tamaño equivalente.

Características del bastidor. Incluyen:

- Paragolpes delantero integral
- Vigas de caja delanteras que soportan los cilindros de suspensión



- Travesaño trasero de sección en caja que soporta la caja con puntos de conexión para el soporte de la bisagra del capó trasero del motor y la plataforma de mantenimiento
- Piezas fundidas que proporcionan resistencia adicional en áreas sometidas a grandes esfuerzos de tensión
- Planchas de acero dulce (resistencia mínima a la tracción de 290 MPa [42.000 psi]) y fundiciones (resistencia mínima a la tracción de 241 MPa [35.000 psi]) que proporcionan flexibilidad, durabilidad y facilidad de mantenimiento en el campo

Sistema de suspensión. Diseñado para disipar los impactos de carga y de acarreo, lo cual prolonga la duración del bastidor.

LA CAJA. Se han diseñado para manejar diversas densidades de material. Se puede obtener una carga útil máxima en tres a cinco pasadas utilizando un cargador en materiales que pesan 1.700 kg/m (2.900 lb/yd³) o más.

Juntas de panel lateral y piso. Están unidos mediante vigas de cinco lados para resistir las cargas de impacto y los esfuerzos de tensión continuos durante el acarreo.

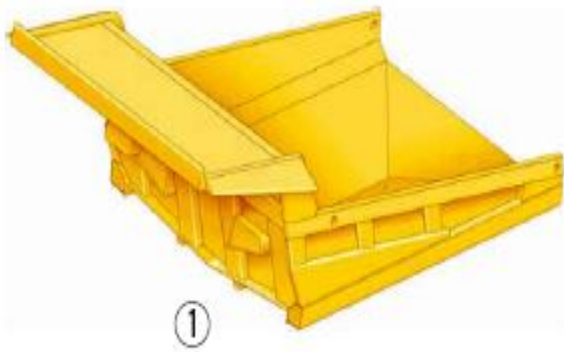
Vigas de sección en caja. Ofrecen mayor duración en el piso, los paneles laterales, el riel superior, las áreas de las esquinas y del pabellón de la cabina.

Acero con dureza Brinell 400. Las superficies antidesgaste proporcionan una excelente resistencia al desgaste y se sueldan fácilmente sin necesidad de precalentar.

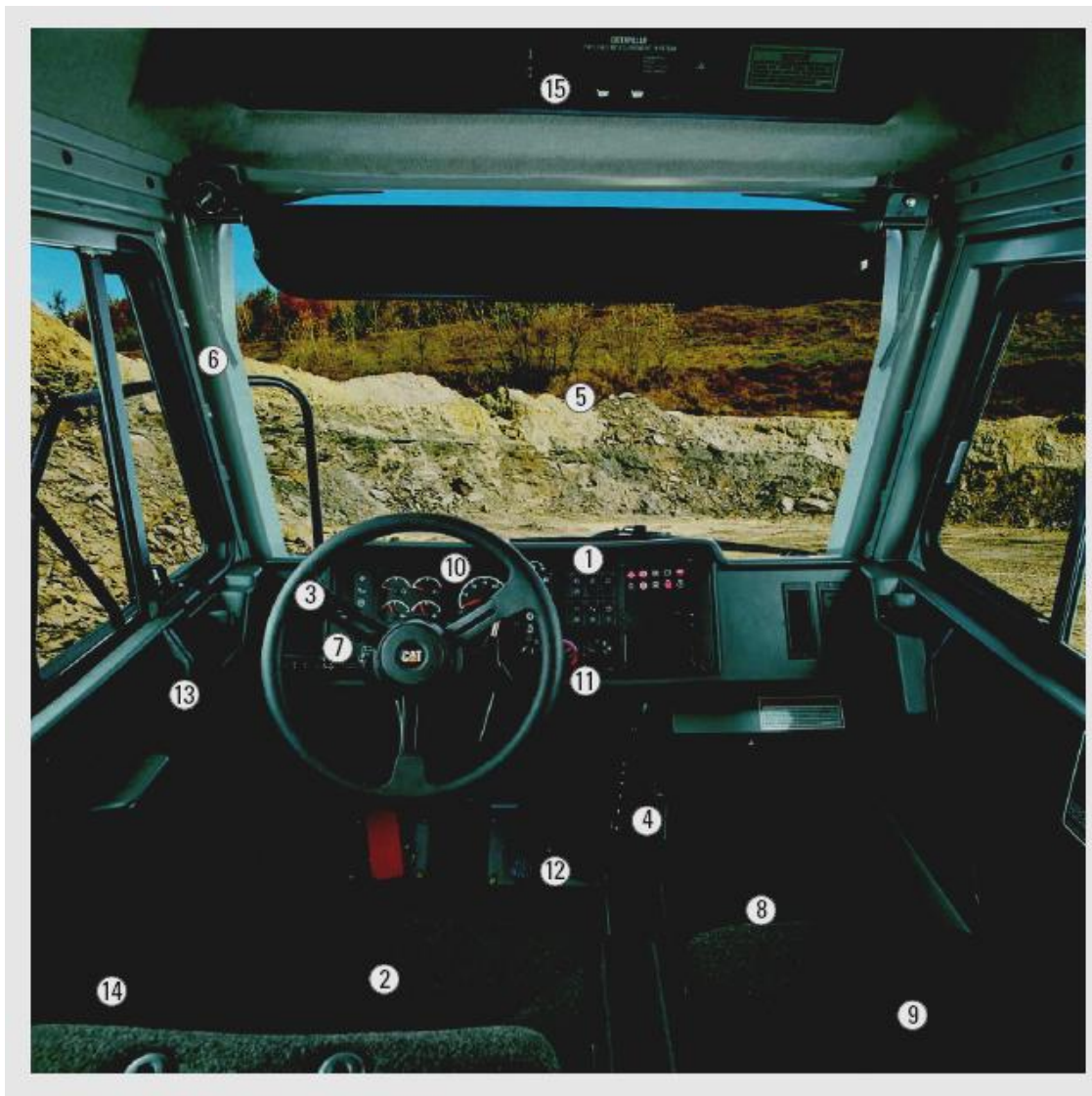
Cilindros de levantamiento de dos etapas. Proporcionan cortos tiempos de ciclo de descarga, de 7,5 segundos Para la subida y 8,3 segundos para la bajada.

1) Caja con piso de doble declive. Ofrece la opción más económica en lo que respecta a costo por tonelada en la mayoría de las aplicaciones de construcción y minería.

2) Construcción de piso plano y caja para minería. Ofrece excelente retención de la carga en pendientes de hasta 12 por ciento y en rutas de acarreo más lisas.



CABINA DEL OPERADOR.





- 1) Tablero de instrumentos envolvente
- 2) Asiento con suspensión neumática.
- 3) Volante de dirección de tipo inclinable telescópico.
- 4) Consola de la transmisión.
- 5) Visibilidad.
- 6) Cabina ROPS/FOPS con supresión de ruido, integra
- 7) Interruptor de corte del freno delantero.
- 8) Grandes compartimientos de almacenaje.
- 9) Asiento del instructor.
- 10) Sistema Monitor Electrónico
- 11) Calentador estándar y aire acondicionado optativo.
- 12) Pedales.
- 13) Ventana eléctrica.
- 14) Palanca de levantamiento electrohidráulico.
- 15) Sistema de Administración de Producción de Camión

En la mayoría de los capítulos hemos mencionado camiones de marca Caterpillar, pero también mencionaremos ahora, algunas especificaciones de este camión marca TEREX:

ENGINES AVAILABLE

Manufacturer	Detroit Diesel	Cummins
Model	12V 4000	QSK 45
Operating Cycle	4 Stroke Diesel	4 Stroke Diesel
Number of Cylinders	12	12
Rated Brake HP (SAE)	1,725, 1,875, 2,025 (1 286, 1 398, 1 510 kW)	1600, 1800, 2000, (1 193, 1 342, 1 491 kW)
*Flywheel HP	1,575, 1,725, 1,875 (1 175, 1 286, 1 398 kW)	1,454, 1,654, 1,854 (1 084, 1 233, 1 382 kW)
Weight Dry	13,325 lbs. (6 045 kg)	11,700 lbs. (5 310 kg)

ELECTRIC DRIVE SYSTEM



	STANDARD	OPTIONAL
Alternator	GE GTA 22	GTA 26
Traction Motor	GE 788	-
Gear Ratio	26.825:1	22.354:1
Control	Statex III	-
Speed (Max) MPH (KPH)	34 (55)	41 (66)



Por último los camiones fuera de carretera de Terex ofrecen un arreglo avanzado de la suspensión del árbol de la viga, una vida larga del marco, un requisito de mantenimiento muy bajo y un taxi alto de la productividad junto con una gama de las características de seguridad no vistas en unidades competitivas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CAMION FUERA DE CARRETERA

MODELO 789C

Motor	Unidades: EE.UU. Métricas
Potencia neta	1320 kW
Potencia neta - SAE J1349	1320 kW
Potencia nominal	1750 RPM
Modelo de motor	Cat® 3516B EUI
Potencia neta - ISO 9249	1335 kW
Potencia neta - 80/1269/EEC	1335 kW



Calibre	170 mm
Carrera	190 mm
Cilindrada	69 L
Potencia bruta SAE J1995	1417 kW

Especificaciones de operación

Capacidad nominal de carga útil	177 toneladas métricas
Velocidad máxima-con carga	52.6 kph
Capacidad de la caja - SAE (2:1)	105 m3
Capacidad máxima	177 toneladas métricas
Capacidad máxima	Custom
Capacidad máxima al ras (SAE)	92 m3
Capacidad máxima al ras (SAE)	flat floor
Ángulo de la dirección	36 Grados
Radio de giro - delantero	27.5 m
Tiempo de levantamiento	19 Segundos
Tiempo de bajada	17.3 Segundos
Diámetro del círculo de giro	30.2 m

Pesos - aproximados

Peso bruto de la máquina en operación	317515 kg
---------------------------------------	-----------



Peso del chasis	99020 kg
-----------------	----------

Gama de pesos de la caja	26 800 - 29 950 kg, 59,000 - 71,500 lb
--------------------------	--

Peso en operación - sin carga	135670 kg
-------------------------------	-----------

Transmisión

Avance 1	11.6 kph
----------	----------

Avance 2	15.7 kph
----------	----------

Avance 3	21.3 kph
----------	----------

Avance 4	28.7 kph
----------	----------

Avance 5	38.9 kph
----------	----------

Avance 6	52.6 kph
----------	----------

Retroceso	10.5 kph
-----------	----------

Mandos finales

Relación de diferencial	2.35:1
-------------------------	--------

Relación de planetario	10.83:1
------------------------	---------

Relación de reducción total	25.46:1
-----------------------------	---------

Suspensión

Carrera efectiva del cilindro - delantero	105 mm
---	--------

Carrera efectiva del cilindro - trasero	93 mm
---	-------



Frenos

Superficie de freno - delantero	81693 cm ²
Superficie de freno - trasero	116283 cm ²
Normas	SAE J1473 OCT90 ISO 3450:1996

Sistemas de levantamiento de la caja

Flujo de la bomba - alto vacío	731 L/min
Ajuste de la válvula de alivio - levantamiento	17238 kPa
Tiempo de subida de la caja - alto vacío	18.9 Segundos
Tiempo de bajada de la caja - libre	17.3 Segundos
Bajada automática de la caja - alto vacío	15.6 Segundos

Pesos aproximados - Doble declive

Peso bruto - vacío	140852 kg
Chasis	102285 kg
Caja	27045 kg
Revestimiento completo	9453 kg
Extensión de cola	771 kg
Suplementos laterales	1297 kg

Pesos aproximados - Piso plano



Peso bruto - vacío	135670 kg
Chasis	102240 kg
Caja	30018 kg
Revestimiento de parrilla	1500 kg
Tercer revestimiento trasero	1905 kg

Capacidad - Doble declive - Factor de llenado del 100%

A ras	73 m ³
Colmado (2:1) SAE	105 m ³

Capacidad - Piso plano - Factor de llenado del 100%

A ras	92 m ³
Colmado (2:1) SAE	121 m ³

Capacidades de servicio de llenado

Tanque de combustible	3222 L
Sistema de enfriamiento	663 L
Cárter	291 L
Diferenciales y mandos finales	583 L
Tanque de dirección	130 L
Sistema de dirección (incluye el tanque)	189 L



Tanque hidráulico del freno/dispositivo de levantamiento	531 L
Sistema de freno/de levantamiento (incluye tanque)	909 L
Convertidor de par/Sumidero de la transmisión	224 L
Sistema de transmisión y convertidor de par (incluye sumidero)	76 L
Dimensiones	
Altura hasta la parte superior de ROPS	5495 mm
Longitud total de la caja	11690 mm
Longitud interna de la caja	8154 mm
Longitud total	12177 mm
Distancia entre ejes	5700 mm
Eje trasero a la cola	3617 mm
Espacio libre sobre el suelo	1173 mm
Espacio libre de descarga	1330 mm
Altura de carga - vacío	5206 mm
Profundidad interna de la caja - Máx.	2221 mm
Altura total - caja subida	11902 mm
Ancho de operación	7674 mm



Ancho entre líneas de centro de los neumáticos delanteros	5430 mm
Espacio libre del protector del motor	1195 mm
Ancho exterior de la caja	6940 mm
Ancho interior de la caja	6500 mm
Altura delantera del techo	6150 mm
Espacio libre del eje trasero	1225 mm
Ancho entre las líneas de centro de los neumáticos dobles traseros	4622 mm
Ancho total de los neumáticos	6926 mm

ROPS

Normas ROPS	.ISO 3471:1994
-------------	----------------

Sonido

Normas de ruido	.ANSI/SAE J1166 MAY90
-----------------	-----------------------

Dirección

Normas de la dirección	SAE J1511 OCT90 ISO 5010:1992
------------------------	----------------------------------

Neumáticos

Neumático estándar	37.00-R57 (E4)
--------------------	----------------

Distribuciones de peso - Aproximadas



Eje delantero - vacío	47 %
Eje trasero - vacío	53 %
Eje delantero - cargado	33 %
Eje trasero - cargado	67 %

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CAMION FUERA DE CARRETERA

MODELO 770

Motor	Unidades: EE.UU. Métricas
Modelo de motor	Cat® C15 ACERT™
Rated Engine Speed	1800 RPM
Potencia bruta	381 kW
Potencia neta - SAE J1349 (6/95)	355 kW
Potencia neta - EEC 80/1269	355 kW
Number of Cylinders	6
Calibre	137 mm
Carrera	171 mm
Cilindrada	15.2 L
Net Power - ISO 9249:1997	355 kW

Especificaciones en orden de trabajo



Capacidad nominal de carga útil	36.3 toneladas métricas
---------------------------------	-------------------------

Velocidad máxima - con carga	74.8 kph
------------------------------	----------

Capacidad (2:1) SAE	25 m ³
---------------------	-------------------

Pesos

Peso bruto de la máquina	71214 kg
--------------------------	----------

Peso de Chasis	24213 kg
----------------	----------

Body Weight	9999 kg
-------------	---------

Capacidad - Doble declive - Factor de llenado de 100%

A ras	16.4 m ³
-------	---------------------

Colmado (2:1) SAE	25.1 m ³
-------------------	---------------------

Capacidad - Piso plano - Factor de llenado del 100%

A ras	16.4 m ³
-------	---------------------

Colmado (2:1) SAE	25.1 m ³
-------------------	---------------------

Distribución de pesos aproximados - Doble declive/Piso plano

Eje delantero - vacío	48 %
-----------------------	------

Eje delantero - con carga	34 %
---------------------------	------

Eje trasero - vacío	52 %
---------------------	------

Eje trasero - con carga	66 %
-------------------------	------



Transmisión

Avance 1	12.1 kph
Avance 2	16.6 kph
Avance 3	22.5 kph
Avance 4	30.3 kph
Avance 5	40.9 kph
Avance 6	55.2 kph
Avance 7	74.8 kph
Retroceso	15.9 kph

Mando final

Relación de diferencial	2.74:1
Relación de planetario	4.80:1
Relación de reducción total	13.15:1

Frenos

Superficie de freno - delantero	1395 cm ²
Superficie de freno - trasero	40266 cm ²
Normas	ISO 3450: 1996

Capacidades de llenado

Tanque de combustible	530 L
-----------------------	-------



Sistema de enfriamiento	114 L
Diferenciales y mandos finales	83 L
Tanque de la dirección	34 L
Sistema de la dirección (incluye el tanque)	56 L

Sistemas de levantamiento de la caja

Flujo de la bomba - alta en vacío	515 L/min
Ajuste de la válvula de alivio - levantamiento	17255 kPa
Ajuste de la válvula de alivio - bajada	3450 kPa
Tiempo de subida de la caja a velocidad alta en vacío	9.5 Segundos
Tiempo libre de bajada de la caja	12.5 Segundos
Potencia de bajada de la caja a velocidad alta en vacío	12.5 Segundos

Suspensión

Carrera efectiva del cilindro - delantero	234 mm
Carrera efectiva del cilindro - trasero	149 mm
Oscilación del eje trasero	5.4 Grados

Dimensiones

Altura hasta la parte de arriba de la estructura ROPS	3911 mm
Longitud total de la caja	8172 mm



Longitud interna de la caja	5549 mm
Longitud total	8740 mm
Distancia entre ejes	3960 mm
Eje trasero a la cola	2590 mm
Espacio libre sobre el terreno	680 mm
Espacio libre de descarga	464 mm
Altura de carga - Vacío	3120 mm
Profundidad interna de la caja - Máxima	1326 mm
Altura total - Caja subida	8280 mm
Ancho de operación	4751 mm
Ancho entre líneas de centro de los neumáticos delanteros	3110 mm
Espacio libre del protector del motor	673 mm
Ancho exterior de la caja	3960 mm
Ancho interior de la caja	3698 mm
Altura delantera del pabellón	4140 mm
Espacio libre del eje trasero	508 mm
Ancho entre las líneas de centro de los neumáticos dobles traseros	2536 mm
Ancho total de los neumáticos	3693 mm

Neumáticos



Estándar

18.00R33 (E4)

ROPS

Normas

Ruido

Normas

Dirección

Normas

ISO 5010:1992

Steer Angle

40 Degrees



II.6 CAMIONES ESPECIALIZADOS

En este tipo de camiones básicamente entra en el equipo de arrastre como lo son los tractocamiones, las revolvedoras, dumpers entre otros.

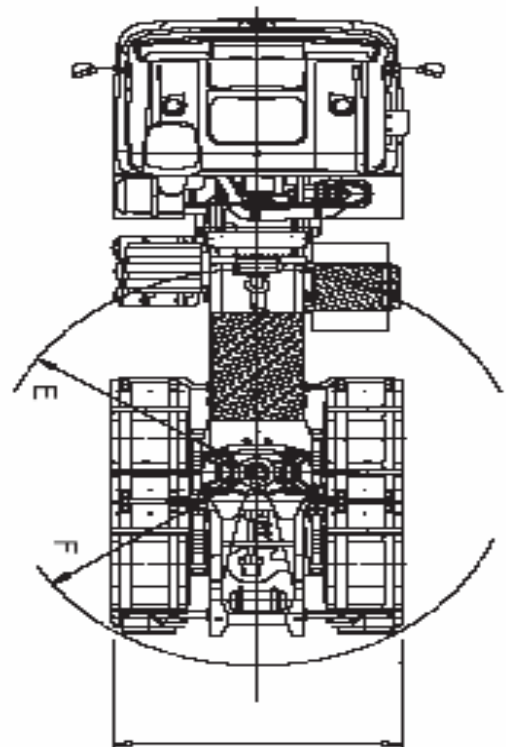
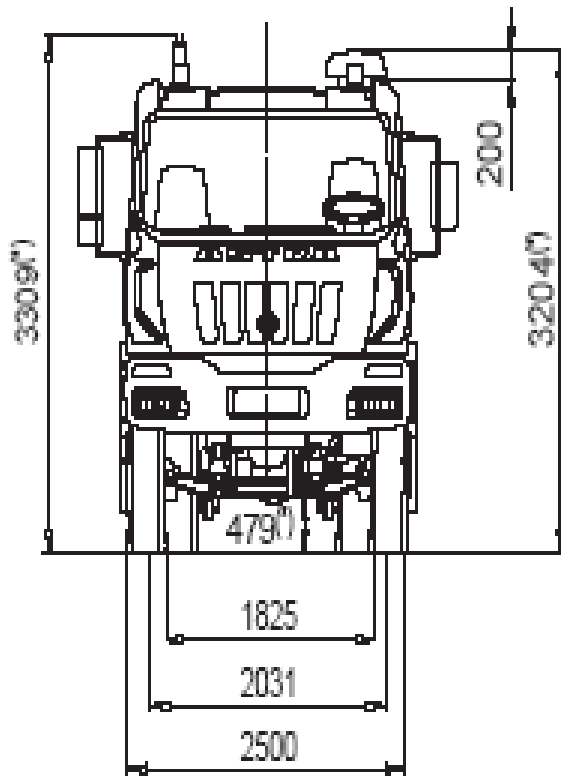
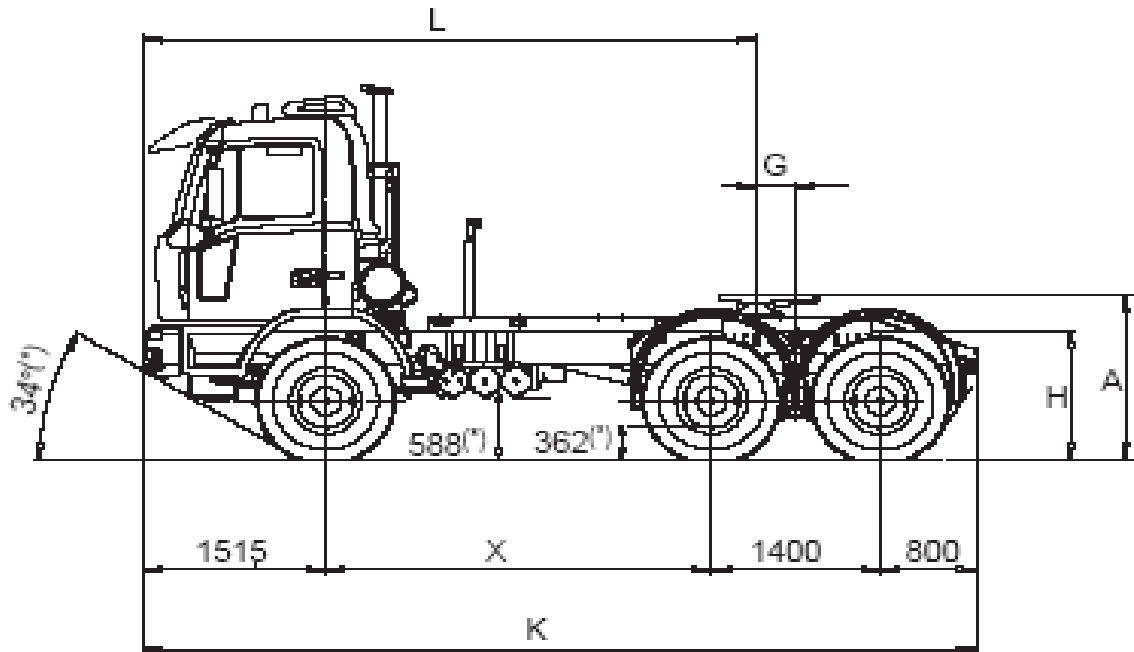


Los camiones especializados deben contar evidentemente con una mayor potencia en lo que se refiere tanto a su motor, como su tren de fuerza es por eso que mostraremos ciertas especificaciones técnicas con las que cuentan estos tipos de camiones:



“TRACTOCAMION DE 6X4”

TRACTOR DE 6X4



SUSPENSIONES

DELANTERAS.- Ballestas parabólicas con cojinetes, 4 hojas de 24x90 mm, cuerda de 1800 mm, con amortiguadores hidráulicos



PESOS (kg)

D.E.E.	REPARTICIÓN PESOS (*)			Peso máximos									
	1° eje	2°+3° ejes	PESO TOTAL	1° eje		2° + 3° ejes		Cargas 5ª Rueda		Peso máximo vehiculo		Peso máximo combinado	
				PMA	PMT	PMA	PMT	PMA	PMT	PMA	PMT	PMAC	PMTC
A	5230	4770	10000	8000	9000	19000	32000	16000	30000	26000	40000	40000	104000
B	5240	4800	10040		(1)			15960	29000				

(*) Incluye aceite, combustible, conductor, herramientas y rueda de repuesto.

(1) neumáticos 1° eje 385/65R22,5 160J u 365/85R20164G



DIMENSIONES (mm) (neumáticos 13R22,5 156/150G)

D.E.E.	X	L	G		E		F		K	H		5ª RUEDA OPT A		DIÁMETRO DE GIRO
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		En vacío	Cargado	En vacío	Cargado	
			A	3200	5115	300	465	2150		2315	2143	2283	6915	
B	3500	5390	325	500	2415	2590	2164	2313	7215					17300

TRASERAS.- Muelles parabólicos, basculantes sobre perno central: 4 hojas de 40x100 mm, cuerda de 1400 mm, integradas por estribos de refuerzo y tirantes de reacción.

BASTIDOR.- De acero de elevado límite de flexión, compuesto por dos largueros planos paralelos (de 820 mm. de ancho) con sección en C (320x90x10 mm), unidos entre ellos mediante travesaños remachados.

DIRECCIÓN

Dirección asistida hidráulicamente, Columna de la dirección ajustable en altura e inclinación.



FRENOS

Frenos delanteros y traseros del tipo de cuña "duo-duplex" con ajuste automático de la holgura. Superficie de frenado total neta: 9.276 cm². ABS de serie.

Freno de servicio: neumático con mando de pedal, que interviene en todas las ruedas, de tres circuitos independientes, uno para el 1er eje, uno para el 2do y el



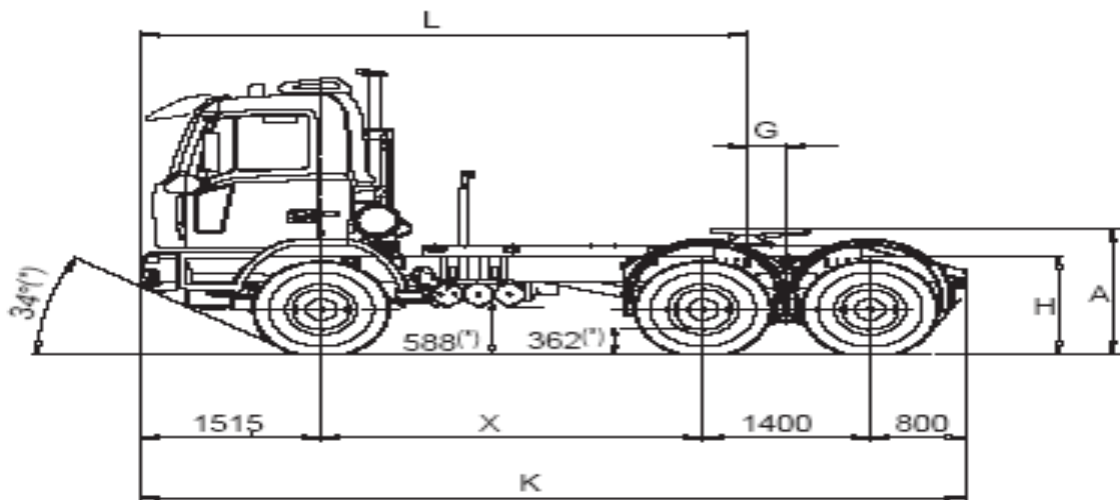
3er eje y uno para el semirremolque; dispositivo antibloqueo de las ruedas de 1ª categoría.

Freno de seguridad: integrado con el freno de servicio

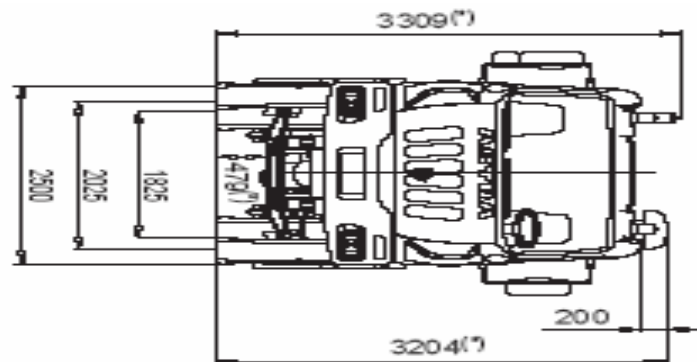
Freno de estacionamiento: mecánico manual del tipo de muelle con mando neumático que interviene en las ruedas del 2do y 3er eje.

CABINA

Cabina de color blanco basculante hidráulicamente. Realizada en fibra de vidrio estampada con armazón en perfiles tubulares de acero. Probada en los recorridos todo terreno más difíciles. Suspensión de la cabina con brazos de guía, muelle helicoidal, amortiguador de doble efecto, barra estabilizadora y almohadillas de fin de carrera. Revestimientos internos completamente lavables e ignífugos. Sistema de ventilación y calentamiento de 4 velocidades con función de recirculación del aire. Primer peldaño colapsable.



CHASIS 6X4



DIMENSIONES (mm) (neumáticos 13R22,5 156/150G)

D.E.E.	X	K1	K2	M	S	H		DIÁMETRO DE GIRO
						EN VACIO	CARGADO	
A	3200	7315	7615	5000	1200	1180	1120	16700
B	3500	7615	7915	5300	1200			17300
C	3800	7915	8215	5600	1200			18000
D	4100	8215	8515	5900	1200			18700
	4100	8915	9215	6600	1900			18700
E	4500	9315	9615	6300	1900			20000

PESOS (kg)

EJE	REPARTICIÓN PESOS (*)			Peso máximos							
	1º eje	2º+3º ejes	PESO TOTAL	1º eje		2º+ 3º ejes		Peso máximo vehículo		Peso máximo combinado	
				FMA	FMT	FMA	FMT	FMA	PMT	FMAC	PMTC
A	4990	4645	9635	8500	9000 (1)	19000	32000	26000	40000 (2)	40000	104000
B	5000	4660	9660								
C	5020	4705	9725								
D	5010	4780	9790								
E	5020	4820	9840								

(*) Incluye aceite, combustible, conductor, herramientas y rueda de repuesto.

(1) neumáticos 1º eje 385/65R22,5 160J u 365/85R20164G

(2) Consultar Departamento Tecnico ASTRA.

BASTIDOR

De acero de elevado límite de flexión, compuesto por dos largueros planos paralelos (de 820 mm. de Ancho) con sección en C (320x90x10 mm), unidos entre ellos mediante travesaños remachados R.B.M. (Rail Bending Moment): 202.020 Nm (20.593Kgm.). Parachoques delantero de acero con rejillas de protección de los faros, gancho de maniobra delantero, barra antiatasco trasera, depósito del combustible de acero de 300 litros.

Opcional:

1. Barra antiatasco trasera en posición de retroceso.
2. Barra antiatasco extra larga para hormigonera.





3. Gancho de maniobra trasero.
4. Gancho de remolque automático trasero.
5. Guardabarros de goma en el 2do y 3er eje.
6. Cabrestante lateral para rueda de repuesto.

Debe señalar que su capacidad de carga útil es de 32 a 40 ton. Para que se les instalen los siguientes equipos:

- Ollas revolvedoras de concreto con capacidad de 10 m³.
- Bombas de inyección de concreto de 36 m³.
- Dosificadoras de concreto.

Ahora pasaremos a mencionar el equipo de cuatro ejes:

Capacidad de carga útil de 40 ton. Para que se instalen los siguientes equipos:

1. Ollas revolvedoras de concreto con capacidad de 12 m³.
2. Bombas de inyección de concreto de 52 m³
3. Conjunto olla revolvedora (9m³) y bomba de inyección de concreto de 31 m.
4. Grúas con capacidad de 80 ton.

ESTE EQUIPO ES DE CUATRO EJES **Chasis 8x8**



DIMENSIONES (mm) (neumáticos 13R22,5 156/150G)

D.E.i	X	K1	K2	M	H		DIÁMETRO DE GIRO
					EN VACÍO	CARGADO	
C	2740	8645	8945	6330	1198	1142	18880
D	3000	8905	9205	6590			19700
E	3240	9145	9445	6830			20490
F	3540	9445	9745	7130			20880
G	3740	9645	9945	7330			22100
H	4100	10005	10305	7690			23000



Fotos de camión de 8x8



PESOS (kg)

D.E.U.	REPARTICIÓN PESOS (*)				Peso máximos							
	1º eje	2º eje	3º+4º ejes	PESO TOTAL	1º+2º ejes		3º+4º ejes		Peso máximo vehículo		Peso máximo combinado	
					PMA	PMT	PMA	PMT	PMA	PMT	PMAC	PMTC
C	3920	3350	4700	11970	17000	18000 (1)	19000	32000	29500	50000 (2)	40000	104000
D	3930	3350	4710	11990					30800			
E	3940	3370	4750	12060					32000			
F	3940	3370	4780	12090					32000			
G	3950	3370	4810	12130					32000			
H	3950	3380	4850	12180					32000			

(*) Incluye aceite, combustible, conductor, herramientas y rueda de repuesto.

(1) neumáticos 1º eje 385/65R22,5 160J u 365/85R20164G

(2) Consultar Departamento Técnico ASTRA.

Cabina de color blanco basculante hidráulicamente. Realizada en fibra de vidrio estampada con armazón en perfiles tubulares de acero. Probada en los recorridos todoterreno más difíciles. Suspensión de la cabina con brazos de guía, muelle helicoidal, amortiguador de doble efecto, barra estabilizadora y almohadillas de fin de carrera. Revestimientos internos completamente lavables e ignífugos. Sistema



de ventilación y calentamiento de 4 velocidades con función de recirculación del aire. Primer peldaño colapsable. Elevalunas eléctricos lado conductor y acompañante. Asiento del conductor de suspensión neumática con cinturones de seguridad incorporados. Asiento del pasajero de suspensión mecánica con cinturones de seguridad.



Cristales atérmicos tintados. Acoplamiento rápido aire comprimido para limpieza cabina.

FRENOS

Freno de servicio: neumático con mando de pedal que interviene en todas las ruedas.

Vehículos no aptos para el remolque de dos circuitos independientes, uno para el 1er y 2do eje, uno para el 3er y el 4to eje.



Lo que les presentaremos ahora es una subcategoría de los vehículos de cuatro ejes.

TRACTO CAMION

Chasis cabina HD8
8X8 450 A 550 HP
con capacidad de
arrastre de 300 ton.
Con una quinta
rueda opcional de
48 ton. De carga
con gancho tipo
Rockinger opcional,
con transmisión
hidromecánica y
enfriador de aceite como equipo estándar.





TRACTO CAMION Chasis cabina HD8 6X4 / 6X6 450 A 550 HP con capacidad de arrastre de 160 A 250 ton. Con quinta rueda opcional de 38 a 40 ton. De carga, con gancho tipo rockinger opcional, con transmisión hidromecánica y enfriador de aceite como equipo estándar para la unidad con capacidad de 250 ton.

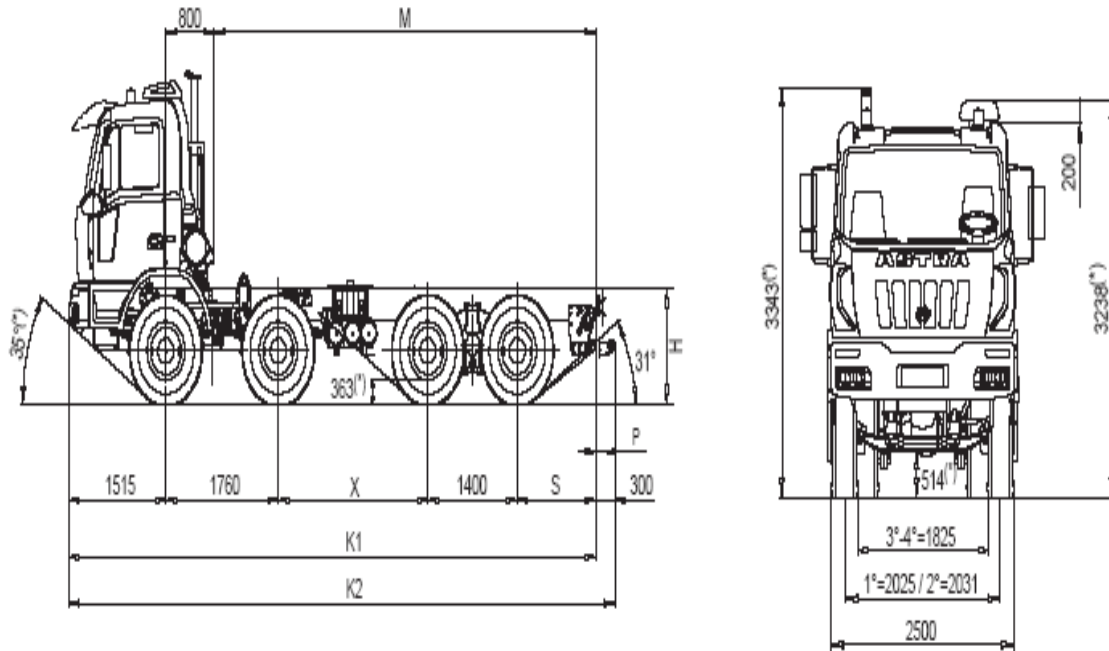


TRACTO CAMION Chasis cabina HD8 4X2 Y 4X4 450 A 500 HP con capacidad de arrastre de 80 1220 ton. Con quinta rueda opcional con capacidad de 20 ton.

Estas son algunas especificaciones de este tipo que hemos mencionado el siguiente chasis que esta acondicionado para soportar este tipo de cargas

Chasis 8x4

DIMENSIONES (mm)



DIMENSIONES (mm)

D.E.E.	X	K1	K2	M	S	S OPTIONAL	H		DIÁMETRO DE GIRO
							EN VACÍO	CARGADO	
A	2340	8245	8545	5930	1230	950/1500	1199	1142	16900
B	2540	8445	8745	6130	1230	950			17200
C	2740	8915	9215	6600	1500	-			17900
D	3000	8905	9205	6590	1230	1500			18940
E	3240	8740	9040	6425	825	1500			19680
F	3540	9165	9465	6850	950	1500			20400
G	3740	9365	9665	7050	950	1500			21500
H	4240	10195	10495	7880	1280	-			22650

PESOS (kg)

D.E.E.	REPARTICIÓN PESOS (*)				Peso máximos							
	1° eje	2° eje	3°+4° ejes	PESO TOTAL	1°+2° ejes		3°+4° ejes		Peso máximo vehículo		Peso máximo combinado	
					PMA	PMT	PMA	PMT	PMA	PMT	PMAC	PMTc
A	3640	3200	4020	10860	17000	18000 (1)	19000	32000	27500	50000 (2)	40000	104000
B	3650	3200	4030	10880					28500			
C	3660	3160	4080	10900					29500			
D	3565	3165	4200	10930					30800			
E	3580	3175	4260	11015					32000			
F	3580	3175	4290	11045					32000			
G	3585	3190	4300	11075					32000			
H	3585	3190	4360	11135					32000			

(*) Incluye aceite, combustible, conductor, herramientas y rueda de repuesto.

(1) neumáticos 1° eje 385/65R22,5 160J u 365/85R20164G

SUSPENSIONES DELANTERAS.- 1er y 2 eje ballestas parabólicas con cojinetes, 3 hojas de 26x90 mm, cuerda de 1600 mm, con amortiguadores hidráulicos. Barra estabilizadora de serie en el 1er eje.



TRASERAS

Muelles parabólicos, basculantes sobre perno central: 4 hojas de x100 mm, cuerda de 1400 mm, integradas con estribos de refuerzo y tirantes de reacción. Barra estabilizadora de serie en el 4 eje.

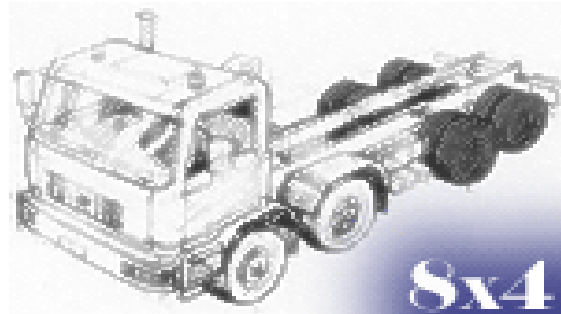
FRENOS.-Frenos delanteros y traseros con ajuste automático de la holgura. Superficie de frenado total neta: 12.368 cm². ABS de serie.

Freno de servicio: neumático con mando de pedal que interviene en todas las ruedas.

Vehículos no aptos para el remolque de dos circuitos independientes, uno para el 1er y 2do eje, uno para el 3er y el 4 eje, dispositivo antibloqueo de las ruedas de 1ª categoría.

DIRECCIÓN

Dirección asistida hidráulicamente, Bomba hidráulica de engranajes embridada al motor. Varillaje de la





dirección de articulaciones oscilantes autolubricantes. Columna de la dirección ajustable en altura e inclinación.

CABINA

Cabina de color blanco basculante hidráulicamente. Realizada en fibra de vidrio



estampada con armazón en perfiles tubulares de acero. Probada en los recorridos todoterreno más difíciles. Suspensión de la cabina con brazos de guía, muelle helicoidal, amortiguador de doble efecto, barra estabilizadora y almohadillas de fin de carrera. Revestimientos internos

completamente lavables e ignífugos. Sistema de ventilación y calentamiento de 4 velocidades con función de recirculación del aire. Primer peldaño colapsable.

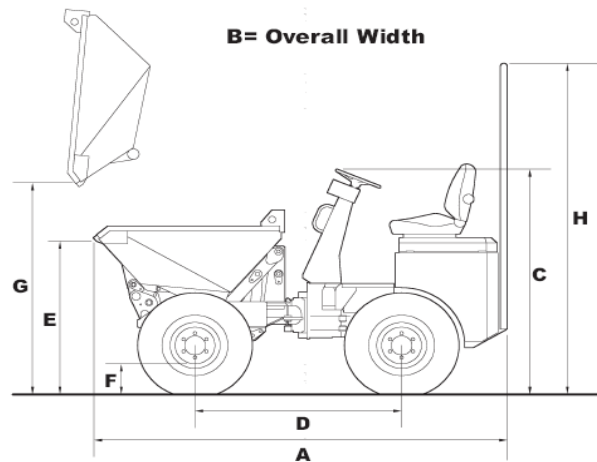
Elevalunas eléctricos lado conductor y acompañante. Asiento del conductor de suspensión neumática con cinturones de seguridad incorporados. Asiento del pasajero de suspensión mecánica con cinturones de seguridad. Cristales atérmicos tintados. Acoplamiento rápido aire comprimido para limpieza cabina.

Instrumentos: cronotaquígrafo con cuentakilómetros, cuentarrevoluciones electrónico y cuenta horas, manómetro presión del aire ejes delantero y puentes traseros, manómetro eléctrico de presión aceite motor, termómetro eléctrico de temperatura agua, indicador eléctrico del nivel del combustible.

Indicadores ópticos: baja presión del aceite motor, insuficiente carga del alternador, luces de carretera, luces de posición, precalentamiento motor, faro antiniebla trasero, luces de emergencia, indicadores de dirección motriz,

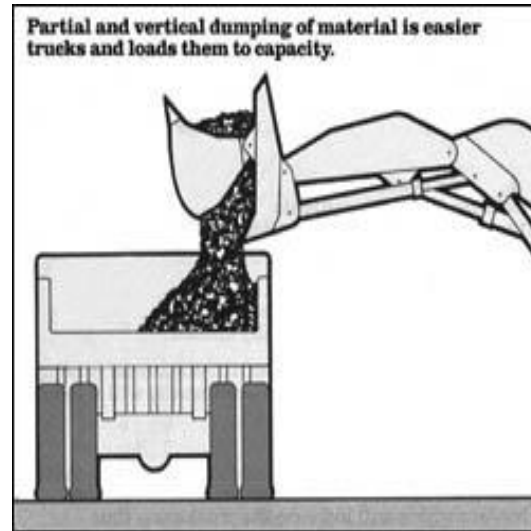
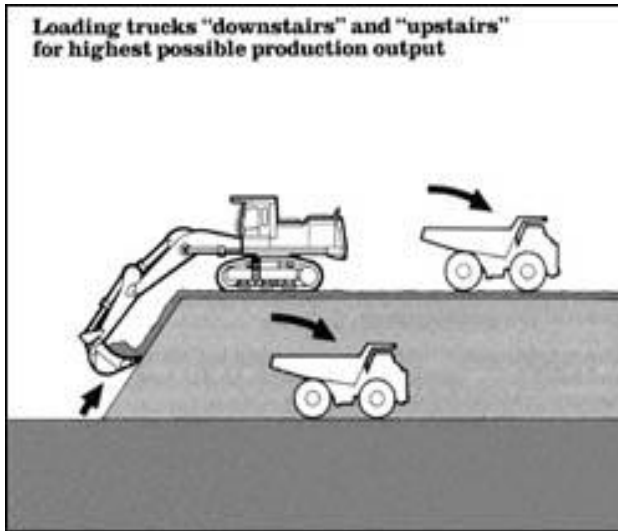
indicadores de dirección remolque (posible), faros rotativos (posible), cabina levantada, diferencial puentes bloqueado, diferencial ruedas bloqueado, baja presión aire frenos delanteros, baja presión aire frenos traseros, baja presión aire frenos del remolque (posible), freno de estacionamiento accionado.

Por último y cerrando este capítulo tenemos a este equipo de acarreo que es muy compacto se le llama dumper, el cual funciona básicamente para acarreos de poca capacidad.

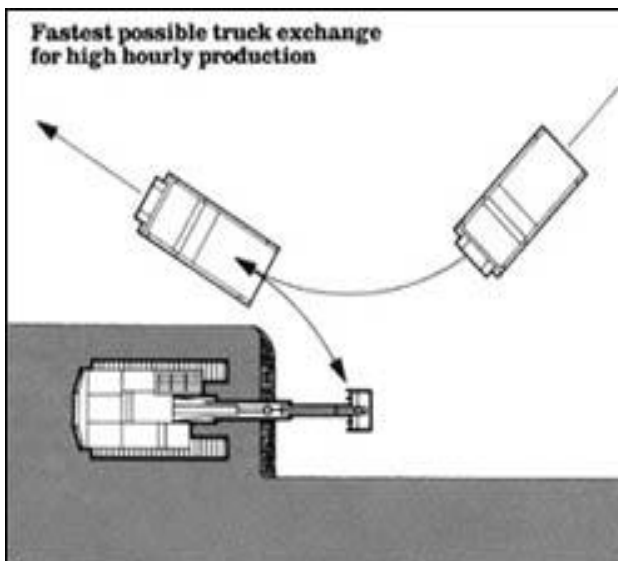


La gran mayoría de este equipo cuenta con este tipo de medidas.

Dimensions (mm)			
	HD850	HD1000	HD1200
A	2959	2959	2959
B	998 / 1120	998 / 1120	1310
C	1745	1745	1745
D	1440	1440	1440
E	1175	1175	1175
F	241	241	241
G	1595	1595	1595
H	2483	2483	2483
Weight Kgs	1410	1440	1485



III. EJEMPLOS





III.1 CICLO DE UN EQUIPO DE ACARREO

En este capítulo empezaremos por mencionar algunas definiciones que componen a un ciclo en el equipo de acarreo en lo que concierne al aspecto ingenieril.

CICLO.- Periodo de tiempo o fase que terminado este proceso, se vuelve a contar de nuevo en un conjunto de operaciones que se llevan a cabo, para el proceso de fabricación de un objeto o producto.

VOLUMEN.- Es la producción de una determinada cantidad de trabajo la cual puede ser sujeta a medición.

PRODUCCIÓN POR CICLO.- Esta representada por el volumen de material en cada ciclo. La producción de ciclo “p” esta representada por la capacidad nominal especificada por los fabricantes como “copeteada”, la cual es afectada por un factor correctivo de carga o de llenado “c”.

NUMERO DE CICLOS POR HORA.- Es el tiempo requerido por una máquina para completar un ciclo de trabajo, o su reciproco el numero de ciclos por unidad de tiempo, puede obtenerse utilizando las velocidades y tiempos especificados en los manuales del equipo, al dividir las distancias por recorrer entre ellas y considerar los tiempos fijos.

EQUIPOS PARA TRANSPORTE DE LOS MATERIALES EXCAVADOS

1. Camión Volteo
2. Tracto-camión
3. Camión Articulado
4. Camión Rígido.

Principales factores a considerar en la elección de los Equipos de Arranque, Carga y Transporte

1. Producción necesaria
2. Excavabilidad del material a manipular
3. Caminos de rodadura: Factores legales, Orografía, Capacidad portante, etc.
4. Concordancia, en cuanto a rendimientos, de los equipos
5. Coste comparativo de los equipos posibles

ELECCIÓN DEL TIPO DE VEHÍCULO DE TRANSPORTE EN LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS

	Tipo de Material		Camino de acarreo				Clima		Dist. de acarreo	
	Roca	Suelo	Por Ctra.	Fuera Ctra.	Pendiente y capacidad portante		Seco	Lluvioso	Corta	Larga
					Normal	Difícil				
Camión de Volteo	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Tracto-camión	N	R	R	NR	R	N	R	N	NR	R
Camión articulado	R	NR	N	R	NR	R	NR	R	R	NR
Camión rígido	R	R	N	R	R	NR	R	NR	R	NR

R= Recomendable
 NR= No recomendable
 N= Nunca



TIEMPOS DE ALGUNOS OTROS EQUIPOS QUE VAN ENTRELAZADOS CON EL CICLO DEL CAMIÓN (Segundos)

	TIERRA		ROCA VOLADA
	BLANDA	DURA	
RETROEXCAVADORAS	25 a 35	35 a 45	35 a 45
MATERIAL ACOPIADO			
PALAS CARGADORAS	35 a 45		40 a 50

PESOS DE ALGUNOS MATERIALES

Peso de los materiales	Suelto kg/m ³	En banco kg/m ³	Factores de Carga
Basalto	1960	2970	0,67
Arcilla - en su lecho natural	1660	2020	0,82
Roca descompuesta -75% roca, 25% tierra	1960	2790	0,70
Granito fragmentado	1660	2730	0,61
Grava - Mojada de 6 a 50 mm	2020	2260	0,89
Yeso - Fragmentado	1810	3170	0,57
Piedra caliza - Fragmentada	1540	2610	0,59
Arena y Grava	1720	1930	0,90
Pizarra bituminosa	1250	1660	0,75
Tierra vegetal	950	1370	0,70





CAPACIDAD DE CARGA DE LOS VEHÍCULOS

		Capacidad a ras (m ³)
Vehículos Viales		
Camión de Volteo		13,5
Camión		24,0
Vehículos Extraviales		
		Capacidad S.A.E. (m ³)
Camión 35 t	(Colmo 2:1)	23,0
Camión 50 t	(Colmo 2:1)	34,0
Camión 90 t	(Colmo 2:1)	60,0

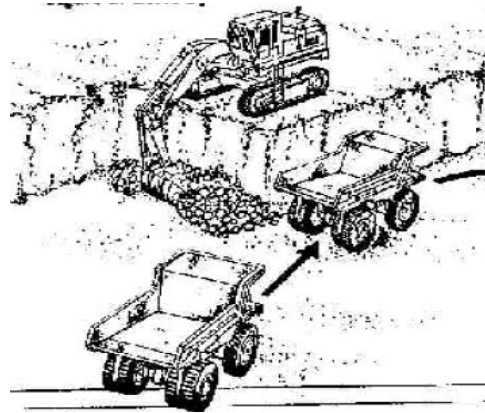
CAPACIDAD DE LOS VEHÍCULOS (expresada en m³ sobre perfil).

	TIERRA	TRÁNSITO	ROCA
Camión de Volteo	10	9	8
Camión	14		
Camión 35 t	16	14	13
Camión 50 t	23	20	18
Camión 90 t	37	27	25

CICLO DE UN VEHICULO DE ACARREO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tiempos

De espera.-	Depende de la distancia de acarreo y de la organización del tajo. Estimar de 0.5 a 2.0 min.	
De maniobras de Carga.-	Según se entre de frente o marcha atrás, estimar respectivamente 0.25 y 0.50 minutos.	
De carga.-	Es igual al n° de ciclos de carga por el tiempo de este ciclo, es decir: capacidad caja del vehículo*ciclo carga(seg.) / capacidad del cazo*60 min.	
De descarga.-	Camiones	1.5 min.
	Dúmperes	1.0 min.
	"Bañeras"	2.5 min.



“DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE CÓMO ES QUE TRABAJA EL CICLO DE UN CAMION DE VOLTEO”.





Un ciclo continuo es aquel en el cual se encuentran normalmente las máquinas más importantes. Por ejemplo una pala giratoria excava en el banco, hace girar colocando el cucharón sobre un camión, lo descarga en él, regresa al banco y coloca el cucharón en posición de excavar. Una retroexcavadora excava en el corte, camina hacia el terraplén, descarga, da vuelta, y queda en posición para volver a cargar. En cada caso, el conjunto de operaciones es un ciclo, es lo mismo que sucede en el ciclo de camión, espera que la pala giratoria lo cargue, luego se dirige al lugar donde va a descargar, posteriormente descarga, y por ultimo vuelve de nueva cuenta al lugar donde comenzó. Los equipos que se mide su producción por medio de ciclos son los siguientes:

1. Cargador de tractor.
2. Bulldozer.
3. Motoescrepa.
4. Tractor
5. Camión
6. Revolvedora de concreto.

La magnitud del rendimiento depende el tamaño y de la eficiencia del órgano excavador, ya sea éste cucharón, caja, cuchilla, o banda, y del tiempo que dure su ciclo completo. La duración del ciclo, a su vez, depende de la rapidez con que se mueve, se descarga, y vuelve al punto de carga.

La distancia a la que se debe mover la carga puede variar desde unos cuantos pies en la retroexcavadora, o varias millas en los acarreos en el camión. La distancia es con frecuencia el factor determinante del ciclo de producción.

Su eficiencia se define como la relación entre su carga real y su capacidad nominal.



III.2 CALCULO DE PRODUCCIÓN

En la industria de la construcción se utiliza la palabra “**producción**” con el mismo significado que “**rendimiento**”, la cual se define como “**la cantidad o magnitud producida, en un tiempo determinado**”.

El rendimiento se puede expresar cuando menos de tres maneras. La primera es tomando como base los requisitos de la obra. Si es un programa de obra se requieren 200 días de trabajo para mover tres millones de yardas de tierra, las máquinas para terracerías del contratista debe mover o “producir 15,000 yd al día. La segunda se mide o se estima el rendimiento de una máquina determinada, para determinar el número necesario de esas máquinas para obtener la producción requerida. Si una Motoescropa determinada puede mover 1000 yd diarias en las condiciones de trabajo, el contratista debe de mantener trabajando con esa intensidad cuando menos quince de ellas.

La tercera manera de expresar la producción es en función del costo. Este es el cálculo final e importante, ya que es la base con la que se establecen los contratos, y por las que los contratistas podrán tener una mejor utilidad. En nuestro caso nos enfocaremos un poco más en la segunda que será el rendimiento de la máquina. Para empezar daremos a conocer las medidas con las que se trabajan en este tipo de trabajo.

Medidas de volumen.- La mayor parte de los movimientos de tierra se miden en metros cúbicos. Un metro cúbico es un cubo de tres pies de arista. Metros cúbicos, pero por lo general se acorta diciendo simplemente metros. Muchas de las dimensiones medidas en el campo y en los planos de los contratos son en metros, de manera que se multiplican entre si para obtener el volumen, los resultados se obtienen en metros cúbicos.

Medidas por peso.- En las minas y en las canteras el peso puede ser factor más importante que el volumen. Los productos como el carbón de piedra, la piedra



triturada, el cemento, los metales y sus concentrados se venden por peso. La unidad de medida ordinaria es la tonelada.

Unidades de medida de longitud.- Los trabajos como la excavación de zanjas, la instalación la instalación de tuberías, de tubo de barro, y los cercados, se miden en unidades de longitud o lineales, que es el metro.

La producción probable de una máquina se puede calcular multiplicando su capacidad real por el número de ciclos que puede repetir en un tiempo determinado. El rendimiento real se puede encontrar haciendo cubicaciones en el banco, en el equipo de acarreo, o en el terraplén formado durante un tiempo determinado, y/o midiendo las cargas individuales y la duración de los ciclos.

Hay varias formulas para calcular el rendimiento como ya hemos citado el **“rendimiento o producción es observada con respecto a una determinada cantidad de tiempo”**.

$$\text{Rendimiento} = \text{Produccion} \div \text{Tiempo}$$

Factores de eficiencia (E).- La variable “E” es el factor de eficiencia del equipo y se obtiene de la combinación de 19 o más subfactores, algunos no aplicables, otros favorables (mayores que uno) y los mas de ellos desfavorables (menores que uno). Es sin duda la variable de mayor relevancia en el cálculo del rendimiento horario. El factor de eficiencia del equipo, constituye la conjunción de **una serie de subfactores que actúan de manera acumulativa.** El factor de eficiencia del equipo puede expresarse de la siguiente forma:

$$E = (T * o * a * l * h * z * v) * (m * e * c * g * k * p * r * u * n * r * d)$$

Se compone de dos grandes grupos de subfactores, los Generales (primer paréntesis) y los particulares (segundo), que como su nombre lo indica, los



primeros se aplican a todas las maquinas en una obra y los últimos se aplican diferencialmente a cada máquina.

SUBFACTORES DE APLICACIÓN GENERAL

$$E(\text{general}) = (t * o * a * l * h * z * v)$$

Que para tal caso, se calcula haciendo las siguientes consideraciones:

t = tiempos efectivos

o = operación

a = administración de obra

l = clima

h = humedad

z = temperatura

v = polvo

SUBFACTORES DE APLICACIÓN PARTICULAR

Los cuales deben calcularse para cada tipo de máquina, la operación de que se trate y situaciones específicas que prevalezcan, por lo que se calcula con el producto de los subfactores.

$$E(\text{particular}) = (m * e * c * g * k * p * r * u * n * q * d)$$

Donde:

m = material, facilidad de ataque

e = estado de material (banco, suelto o compactado)

c = factor de carga: “copeteo” o “escurrimiento” del material

g = ángulo de giro en excavadoras para depositar material

k = profundidad de excavación

p = pendiente de terreno



r = condiciones de camino en acarreo

u = uso, para el caso de subutilización necesaria

n = altitud sobre el nivel del mar (motor no turbo) cargado)

q = obstrucciones

d = desperdicio

A continuación se detallan los más considerados de los subfactores de eficiencia.

Factores de Eficiencia en Tiempo (t)

Consiste en el tiempo efectivo de trabajo durante el día o en cada hora y se acostumbra manejarlo en la cantidad de minutos efectivos por cada hora cronometrados.

Minutos trabajados	Factor (%)	Nivel
60	100	Utópico
50	83	Bueno
40	67	Medio
30	50	Pobre

Factor de Operación (o)

Un buen número de contratistas utiliza este factor “o” = 80% para el equivalente a operadores promedio en México; asignando un valor de 100% a aquellos con amplia experiencia y probada capacidad, digamos calificados como operadores “excelentes”.

Factor de administración de Obra (a)

La administración en campo e incluso oficina central es un elemento de peso en los resultados que se obtienen de las máquinas. La adecuada planeación, dirección, operación y control de la obra redundan necesariamente en los volúmenes obtenidos. Una buena administración puede representar el factor



a=90% la regular a = 80% y la mala como a =70% en todo caso, corresponde al contratista el autocalificarse.

Factor de Tipo de Material (m)

Los rendimientos generalmente consignados $m = 100\%$ es un material “fácil de atacar”, y que corresponde al material clasificado como tipo I (tierra no compactada, arena y grava, suelo suave).

Para el material “medio” puede usarse un factor de alrededor de 90% tierra compactada, arcilla seca y suelos con menos de 25% de contenido rocoso.

Por ultimo el material mas difícil de atacar, son las rocas areniscas y caliche, en cuyo caso el factor aplicable es del orden del 60%.

Factor de Estado del material (e)

Este factor se refiere a las condiciones del material y se manejan 3 estados en banco, suelto y compactado.

Factor de carga (c)

Corresponde al denominado factor de llenado, ya sea de cuchilla en el caso de tractores empujadores o de cubeta para el de los dos cargadores y excavadoras el valor estándar de 100% se maneja usualmente para la carga “copeteada” y es aplicable a materiales amontonados, previamente cortados por otro equipo y no se requiere de fuerza adicional para escarbar. Un valor promedio oscila entre 85 y 55% para suelos con grava, arena, triturados finos y arcillas secas.

Factor de maniobra (g)

En este factor se toma en cuenta el giro que requiere una draga o pala giratoria, el viraje considerado es el de 90 grados y los factores que se aplican varían usualmente desde 130% (favorable en 30%) para ángulos de giro de 45 grados y hasta 75% para 180grados.



Factor de alcance (k)

Este rubro también se aplica para las excavadoras el porcentaje de alcance requerido respecto al alcance máximo de los brazos o plumas

Factor por Pendiente de terreno (p)

Este elemento es aplicable cuando se calcula la producción de tractores, vehículos niveladoras y en general a equipos y operaciones en los que afecta de manera sustancial la pendiente del terreno.

Pendiente de terreno (%)	Factor “p”
-10 a - 20	Hasta 125%
-0 a – 10	Hasta 110%
0 a 10	Hasta 90%
0 a 20	Hasta 75%

Factor de Camino

Para el caso de camiones de volteo, se acostumbra combinar el efecto de pendiente de terreno con el de resistencia al rodamiento, este subfactor (r) tiene los siguientes valores mas comúnmente manejados:

Condiciones del camino	Factor “r” (%)
Plano y firme	98
Mal conservado pero firme	95
De arena y grava suelta	90
Sin conservación y lodoso	83

Factor de Clima – lluvia (l)

Considera básicamente los días de lluvia y sus efectos secundarios como el anegamiento del terreno, el cociente de los días con buen tiempo entre los hábiles



proporciona el factor de clima, lo que si lleva implícito el clima y por lo tanto no debe duplicarse es el factor de salario real.

Desperdicio o Merma (d)

En cualquier operación en donde se mida el material colocado tanto compactado como no-compactado, el volumen a mover o de préstamo tendrá una merma en su manejo. Se recomienda usar entre 4 y 8 % de m^3 este es un factor entre 1.04 y 1.08. Puede considerarse en el cálculo de rendimiento en un análisis final.

Las premisas básicas para el cálculo de la capacidad de producción se sustentan en una sencilla formula:

$$PH = P * N * E \quad \text{o bien} \quad PH = P * E \div T \quad \text{donde:}$$

PH = Producción Horaria.

P = Producción por ciclo.

N = Numero de ciclos por hora.

E = Eficiencia.

T = Tiempo de ciclo en horas de aquí se deriva el costo de producción de una operación constructiva, al dividir el costo horario de una máquina o de un conjunto de éstas.

Por lo tanto como producción horario como rendimiento vienen siendo lo mismo.

$$R = C/T$$

Para el mismo caso de maquinaria se tiene que el rendimiento (Producción Horaria) vendrá siendo:

$$R = C \div 1hr$$



Que es igual a la capacidad
Del ciclo para una hora



El rango de producción de producción estándar diaria (Do) para la maquinaria, puede obtenerse multiplicando el rendimiento (Producción Horaria) por el número de horas de trabajo en un jornal (Ho).

$$Po = \frac{(C * Ho)}{1 hr}$$

Para determinar la producción estándar de un equipo de transporte es necesario calcular su ciclo para una distancia D y para una velocidad promedio S.

Tenemos para el cálculo de esta producción lo siguiente:

T_t = Tiempo de viaje redondo.

T_0 = Tiempo de carga.

T_d = Tiempo de espera.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Dis tancia}}{\text{Tiempo}}$$



$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Dis tancia}}{\text{Velocidad}}$$

Tiempo de viaje Redondo **$T_t = 2D / S$**

Tiempo de carga T_0 se encuentra relacionado con lo siguiente:

T_e = Ciclo del equipo de excavación.

C_h = Capacidad relativa, equipo de transporte.

C_e = Capacidad relativa equipo de excavación.

Caso óptimo
$$T_0 = T_e \frac{C_h}{C_e}$$

Tiempo de espera (T_d) este en función de las condiciones de la descarga



1. Descarga a volteo simple.
2. Descarga sobre tolva de alimentación.
3. Descarga sobre sitio en reparación.
4. Descarga sobre unidad de alimentación en equipo de acomodo de material pavimentadora).

Tiempo de ciclo total (T_h) del equipo de transporte esta dada por:

$T_h = T_t + T_o + T_d$ que es igual a:

$$Th = \frac{2D}{S} + Te \frac{Ch}{Ce} + Td$$

La producción estándar para un ciclo total del equipo de transporte:

$$P_h = R_h H_h$$

La producción estándar del equipo de transporte (en una jornada) puede obtenerse multiplicando su rango de producción estándar R_h por el número de horas de operación diaria H_h

$$Ph = Rh * Hh = \frac{Ch * Hh}{Th}$$

Esta expresión presume que el equipo de transporte es cargado tan pronto como regresa del sitio de tiro. También es interesante determinante el número de unidades necesarias de equipo de transporte. Llamado “w” al factor de abundamiento wP_e denota el volumen suelto de material excavado. El número aproximado de unidades de transporte estará dado por:

$$Nh = \frac{wPe}{Ph}$$



El rango de un equipo está basado en condiciones ideales.

La productividad en obra es influenciada por las condiciones locales de trabajo y una gran variedad de influencias en el trabajo. Si las condiciones que decrementan la productividad estándar se denota por n factores $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$, cada uno de ellos menor que la unidad, la productividad real en obra del equipo R' puede derivarse de la producción estándar:

$$R' = R * F_1 * F_2 * F_3 * \dots * F_n$$

Por otro lado, el ciclo T' se incrementara por estos factores, relacionándose de la siguiente forma:

$$T' = \frac{T}{F_1 * F_2 * \dots * F_n}$$

Cada factor de ajuste debe ser determinado basado en la experiencia y la observación directa en obra.



III.3 EJEMPLOS

En este último subtema trataremos algunos ejemplos que se refieren a lo que es, tanto el cálculo de un ciclo de acarreo, como el cálculo de producción, en lo que respecta al equipo de acarreo.

EJEMPLO 1.

Calcular el costo horario así como su rendimiento, de una excavación por medios mecánicos, en zanja de 2 a 4 mts. De profundidad, en terreno tipo II medido en banco carga y acarreo al primer Km.

Como podemos visualizar este ejemplo podemos dividirlo para su análisis en dos partes básicas que serían:

1. Excavación y carga.
2. Acarreo al primer Km. De material producto de la excavación

Excavación y Carga

Equipo a utilizar: Retroexcavadora capacidad 1 yd³

Costo horario: \$ 176.379

$$V = \frac{Vn * Fc * Cc}{Ca}$$

(Capacidad nominal Del bote)*(Factor conversión unidad)*(Factor de llenado)

Factor de abundamiento

Sustituyendo valores:

$$V = \frac{(1yd^3) * (0.7666) * (0.8)}{1.2} = \underline{0.51 m^3}$$



Para determinar el número de ciclos por hora, este se puede determinar con la siguiente expresión:

$$\text{No de ciclos} = \frac{60 \text{ min/hr}}{T_c \text{ (min)}}$$

El rendimiento de la retroexcavadora puede expresarse como:

$$R = \frac{V_n * F_c * C_c}{C_a} * \frac{60}{T_o} * E$$

Sustituyendo:

$$R = \frac{(1 \text{ yd}^3) * (0.7666) * (0.8)}{1.2} * \frac{(60 \text{ min/hr})}{1 \text{ min}} * (0.62) = \underline{18.85 \text{ m}^3/\text{hr}}$$

Costo por metro cúbico de excavación y carga

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$176.379 \text{ hr}}{18.85 \text{ m}^3/\text{hr}} = \underline{\$9.358 \text{ m}^3}$$

Por lo tanto el costo horario seria CH= R*CM

$$\underline{\underline{CH = 18.85 * 9.358 = 176.379 (\$/hr)}}$$

Acarreo el 1er Km. de material producto de excavación

CICLO DEL CAMIÓN:

Tiempos fijos.- en estos tiempos intervienen carga, descarga, y maniobras de acomodo.

Tiempos variantes.- Ida al 1er Km; Regreso del primer Km.



1. Calculo de tiempos fijos.

$$T. \text{ Carga} = \frac{\text{Capacidad del camión}}{\text{Capacidad bote}} * T.c \text{ Retroexcavadora}$$

$$T. \text{ Carga} = \frac{7m^3}{0.766m^3} * (1min) = \underline{9.14 \text{ min}}$$

Tempo de descarga = 1.50 min

Tiempo de Maniobras = 2 min

Calculo de tiempos variables

Tiempo de ida c / carga al 1er km.

$$T. \text{ ida} = \frac{\text{Distancia en Km}}{\text{Velocidad en km} * \text{Factor cambio de velocidades}} * \frac{60 \text{ min}}{\text{Hr}}$$

$$T. \text{ ida} = \frac{1\text{Km}}{30 \text{ km/hr} * 0.70} * \frac{60 \text{ min}}{1} = \underline{2.86 \text{ min}}$$

Tiempo de regreso s / carga al 1er Km

$$T. \text{ regreso} = \frac{1 \text{ km}}{45 \text{ km/hr} * 0.70} * \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = \underline{1.91 \text{ min}}$$

Resumiendo el ciclo de tiempo del camión.

Carga = 9.14 min

Descarga 1.50 min

Maniobras 2.00 min

Ida 2.86 min

Regreso 1.90 min



Tiempo del ciclo 17.40 min

Rendimiento del camión

$$R = \frac{V * Cc}{Cc} * \frac{60}{Tc} * E$$

$$R = (5.25 \text{ m}^3) * \frac{(60 \text{ min.})}{7.40 \text{ min.}} * 0.62 = \underline{\underline{11.22 \text{ m}^3/\text{hr}}}$$

Donde también de aquí podemos observar cuantos ciclos son de la división de 60 min. / 17.40 min. Esto nos da como resultado **3.45 ciclos/hora**

Por lo que el costo por m³ de acarreo es:

$$CM = \frac{HMD}{RM} = \frac{\$75.943 \text{ hr}}{11.22 \text{ m}^3/\text{hr}} = \underline{\underline{\$ 6.766 \text{ m}^3}}$$

Costo horario será R*CM

$$CH = R * CM = 6.766 * 11.22 = \underline{\underline{75.91 (\$ / \text{hr})}}$$

El Costo Horario total es de 252.30 (\\$ /hr)



EJEMPLO 2.

Un camión de volteo con caja de 6 m^3 , es utilizado para extraer el producto de excavación de una obra y tirarlo a 7 km, de distancia. La velocidad promedio del camión es de 50 km/hr y el tiempo de espera para ser cargado es de 30 seg. Encuentre la producción estándar diaria del camión. Si se utiliza una flotillo de camiones idénticos, trabajando 8 horas diarias, calcule el número necesario para dar abasto a la draga, asumiendo un factor de abundamiento de 1.3.

$$\text{Tiempo de recorrido} \quad T_t = \frac{2D}{S} = \frac{2 * 7 \text{ KM} * 3600 \text{ seg}}{50 \text{ km/hr}} = 10008 \text{ seg.}$$

$$\text{Tiempo de Carga} \quad T_o = \frac{T_e * C_h}{C_e} = 30 \text{ seg.} * \frac{6 \text{ m}^3}{0.764 \text{ m}^3} = 2.36 \text{ seg.}$$

Tiempo de espera es igual a 30 seg.

Tiempo total del ciclo $T_h = 1274 \text{ seg.}$

Por lo tanto, la producción estándar diaria del camión será de:

$$P_h = \frac{C_h * H_h}{T_h} = \frac{6 \text{ m}^3 * 8 \text{ hrs} * 3600 \text{ seg.}}{1274 \text{ seg.}} = 136 \text{ m}^3$$

Finalmente el número de camiones requeridos será de:

$$N_h = \frac{wP_e}{P_h} = \frac{1.2 * 733 \text{ m}^3}{136 \text{ m}^3} = 6.47$$

Es decir se requerirán de 7 camiones



BIBLIOGRAFIA

Herbert L Nichols jr and David A. Day (1998), Movimiento de Tierras 4a Ed McGraw-Hill, New York p.p. cap. 18.

<http://www.prodigyweb.net.mx/luismen/index.html>.

<http://www.mexico.cat.com>

<http://www.astramex.com>

<http://www.terex.com>

<http://www.komatsuamerica.com>