

Título: La cosecha y el transporte en la agricultura cañera cubana.

Autores: MSc. Frank L. Rodríguez Espinosa.

frankl@af.upr.edu.cu

MSc. Andrés Loreto Díaz Pita.

adiaz67@af.upr.edu.cu

Centro de procedencia: Universidad de Pinar del Río. Cuba.

PALABRAS CLAVES: *Saccharum officinarum*; Caña de azúcar; cosecha de Caña de azúcar; cosecha de Caña de azúcar en Cuba; Organización de la cosecha de Caña de azúcar.

INTRODUCCIÓN

La organización de la cosecha en verde cuando se introduce la mecanización requiere una vinculación estrecha entre los diferentes elementos que la componen para hacer un ciclo eficiente cosecha-transporte-centro - beneficio - basculador.

A la unidad de trabajo, en la cosecha, con combinadas en Cuba se le denomina pelotón y por lo general esta compuesto de dos o tres combinadas con sus medios de transporte y aseguramiento técnico un remolque especial equipado con combustible, lubricantes, piezas y herramientas para el mantenimiento y reparación in situ de técnica y la explotación.

Los componentes del sistema de cosecha deben integrarse en un flujo tecnológico continuo que permitan su ejecución en un amplio rango de rendimientos agrícola y en las más diversas condiciones edafoclimáticas, teniendo como premisa fundamental el uso racional de los medios y recursos que se emplean en el proceso.

Los elementos esenciales que juegan un papel preponderante en la organización de la cosecha mecanizada son:

- Inventario de áreas mecanizables.
- Programación de corte.
- Balance de corte, alza y tiro.
- Organización técnica del Pelotón de Cosecha Mecanizada y sus funciones, incluyendo el reglamento interno.

DESARROLLO

Estructura organizativa del pelotón o frente de corte.

El pelotón es la unidad primaria en la mecanización de la agricultura que constituye la célula fundamental en la organización de la cosecha mecanizada. Para lograr su correcto funcionamiento, eficiencia y cumplimiento de la calidad de la cosecha en los rangos definidos al menor costo, es imprescindible tener en cuenta un conjunto de factores que han de proporcionar un estado técnico estable que permita que los equipos estén de alta el máximo de tiempo, en ello juega un papel preponderante el personal encargado de toda la operación, encabezado por el J' de Pelotón, así como los medios técnicos que dispondrá para cumplir la tarea que cada día tiene que garantizar altas molidas del ingenio.

Para realizar la presente investigación se tomo como patrón el pelotón 1 del frente número 1 el cual cuenta con 3 combinadas cañeras de tipo KTP-2M, en la **tabla No. 1** se muestran los medios y el personal con que cuenta dicho pelotón.

Tabla No. 1: Medios y personal con que cuenta el pelotón.

Medios	Cantidad	Personal
Combinadas	3	J Pelotón
Tractores Movedores	2	Operador Mecánico
Medios de Transporte	Según dist. De tiro	Mecánico
Tractor de Servicio	2	Noviero
Novia	1	Computador
Pipa de agua con motobomba	1	Enganchador
Cocina comedor	1	

Funciones Colectivas de los Miembros del Pelotón.

- ❖ Estas funciones las cumplen todos los miembros del pelotón y son las siguientes:
- ❖ Cumplir y exigir por el cumplimiento de las tareas del pelotón.
- ❖ Que se corte con calidad y con el mínimo de pérdidas en la cosecha.
- ❖ Exigir y cumplir con el mantenimiento técnico diario programado de los diferentes equipos que existen en el pelotón (combinadas, tractores, camiones, carretas de tiro, novia, moto soldador, equipo de oxicorte, etc.).
- ❖ Ser ágiles en dar soluciones a los problemas que se presenten en el pelotón (roturas de equipos, traslados por lluvia, quema de caña imprevista, etc.).
- ❖ Cumplir y hacer cumplir que todos los equipos se exploten correctamente con la implantación del doble turno.
- ❖ Cumplir con las medidas de protección e higiene del trabajo.
- ❖ Usar correctamente las piezas, combustibles, lubricantes, alimentos, herramientas y materiales que se encuentran en el pelotón.
- ❖ Participar activamente en los matutinos y debatir los problemas que existen, con el objetivo de resolverlos en aras de cosechar más y con calidad.
- ❖ Sancionar a los incumplidores y estimular a los cumplidores y destacados.
- ❖ No permitir que las combinadas trabajen, sin motobombas en el campo y sin los medios de protección contra incendios, ni en lugares no aptos para la cosecha mecanizada no permitir que corten las máquinas unas detrás de las otras en el mismo surco.

- ❖ No permitir colmos excesivos en los medios de transporte, ni que éstos viren dentro del campo.
- ❖ Participar en el sistema de emulación que se desarrolla.
- ❖ Desarrollar diariamente el matutino con la participación de todo el personal del pelotón incluyendo los chóferes de tiro de caña.

Características de las cosechadoras de caña KTP-2M.

La cosechadora de caña de azúcar KTP-2 esta diseñada y construida para trabajar en hileras abarcando su ancho de trabajo en hileras cada vez con una distancia entre hileras de 1400 a 1600 mm en campos preparados y adecuados para la mecanización dentro de los parámetros agrotecnicos señalados.

Las operaciones de cosecha, porte inferior y superior, alimentación, trozado, eliminación de impurezas y descarga a los medios de transporte, se realizan con un solo operador mediante los mandos y regulaciones situadas todas en la cabina del operador.

La maquina consta de las siguientes partes:

- ❖ Cortacogollo: Esta compuesta de dos discos alimentadores y de un disco de corte con cuchillas, recibiendo el movimiento por medio de motores hidráulicos. La regulación de la altura de corte es de 1.5 a 3.5m por un cilindro hidráulico, todos estos elementos son accionados de la cabina.
- ❖ Cabina: Está situada posterior al cortacogollo de la parte recolectora y sobre el aparato trozador lo que le permite al operador una mayor visibilidad para todos los lados, principalmente para las regulaciones como para la operación de la carga.
- ❖ Porta-recolector: Esta compuesto por los sinfines que dividen, levantan y organizan la caña para su corte por los discos inferiores de ahí lo reciben 6 tambores recolectores alimentadores, dos de ellos son flotante.
- ❖ Trozador: Consta de dos tambores con dos paredes de cuchillas cada tambor, el tambor inferior recibe el movimiento por medio de un engrane

- en el muñón derecho y transmite un movimiento a los tambores recolectores por una estrella dentada por embrague de seguridad en el muñón izquierdo; el tambor superior tiene un mecanismo de regulación y engranaje para ajustar las cuchillas entre los tambores recibiendo el movimiento por medio de un eje que transmite a su vez alas cuchillas de corte inferior por una estrella doble en un extremo derecho; este eje tiene en el extremo izquierdo un polea volante por el que recibe el movimiento con un tornillo fusible(de seguridad) de arrastre contra la sobrecarga que reciben los tambores, los trozos cargados son de 250-400mm.
- ❖ Transportador: el transportador primario recibe la carga cortada por el trazador y la lanza sobre los tambores dispersores o agitadores.;este transportador costa de dos cadenas de 2 pulgadas con polea de arrastre, su movimiento es mecánico por una estrella dentada con mecanismo de seguridad (disco de fricción) en su eje superior o motriz por extremo izquierdo; por el lado derecho de este eje transmite el movimiento de tambores dispersadotes o agitadores a través de estrellas dentadas o cadenas, estos tambores constan de tres poleas cada uno describiendo un diámetro de 220ml en movimiento. La función de estos tambores es separar lo mas posible la paja y hoja verdes de los trozas de caña.
 - ❖ Sistema de limpieas: El primero fue el Cortacogollo, el segundo es un ventilador axial de tres aspas, este succiona la paja, hoja verde y (o) impurezas por los tambores dispersos y los arroja al surco acabo de cortar por medio de un desviador. El tercer equipo de limpieza es un igualmente un ventilador axial de tres aspas más pequeño que extrae los residuos que no pudo sacar el ventilador anterior.
 - ❖ Transportador de descarga: Este recibe los trozos de caña después de la limpieza del ventilador anterior y la transporta; cuando los trozos son lanzados pasan por una corriente de aire provocado por el segundo ventilador antes mencionado cayendo los trozos de caña limpia en el equipo receptor ya sea carreta, camión, etc.

- ❖ este transportador tiene la posibilidad de girar 180° por medio de hidromecánico.
- ❖ Motor: es un diesel de 6 cilindros en V con una potencia de 150CV turbosobrialimentador con unas revoluciones nominales en el cigüeñal de 1900rpm, este motor posee en la salida izquierda una polea por la cual transmite el movimiento a toda la parte agrícola y por su eje de salida derecho transmite el movimiento a la bomba hidráulica de traslación.
- ❖ Sistema hidráulico: La traslación de la cosechadora es por medio de un hidromotor que está acoplado al eje derecho del motor; las bombas de los cilindros hidráulicos reciben el movimiento de la polea que esta en extremo derecho del cigüeñal, su bomba esta acoplada a una caja de 6 salidas, dichas cajas tienen 4 bombas sencillas y una doble.
- ❖ Las dimensiones de las partes componentes de las cosechadoras de caña KTP-2M [9] se pueden observar en la **Tabla No. 2**

Dimensiones	Posición de trabajo	Posición de transporte
Longitud	9350	13000
Ancho	5800	2820
Altura	4850	4850
Batalla(altura de anclaje)		3500
Luz sobre el suelo		350
Masa(peso de la maquina)		12.10
Rendimiento por hora de cosecha en toneladas.		40
Velocidad de marcha -de trabajo -de transporte		0-7 hasta 25
Sistema de refrigeración (L)		50
Sistema de lubricación del motor(carter)(L)		23
Deposito de combustible (L).		30
Puente de rueda propulsora (L)		21
Sistema de freno(L)		0.9
Tanque de aceite de traslación hidrostática(L)		60
Tanque de dirección y cilindros		14
Tanque de aceites de sinfines y transportadores de descarga(L)		150

En la **figura No. 1** se puede apreciar las partes componentes de las cosechadoras estudiadas así como el esquema general y el proceso tecnológico de la cosechadora de caña KTP-2.

Proceso tecnológico de las cosechadoras de caña KTP.

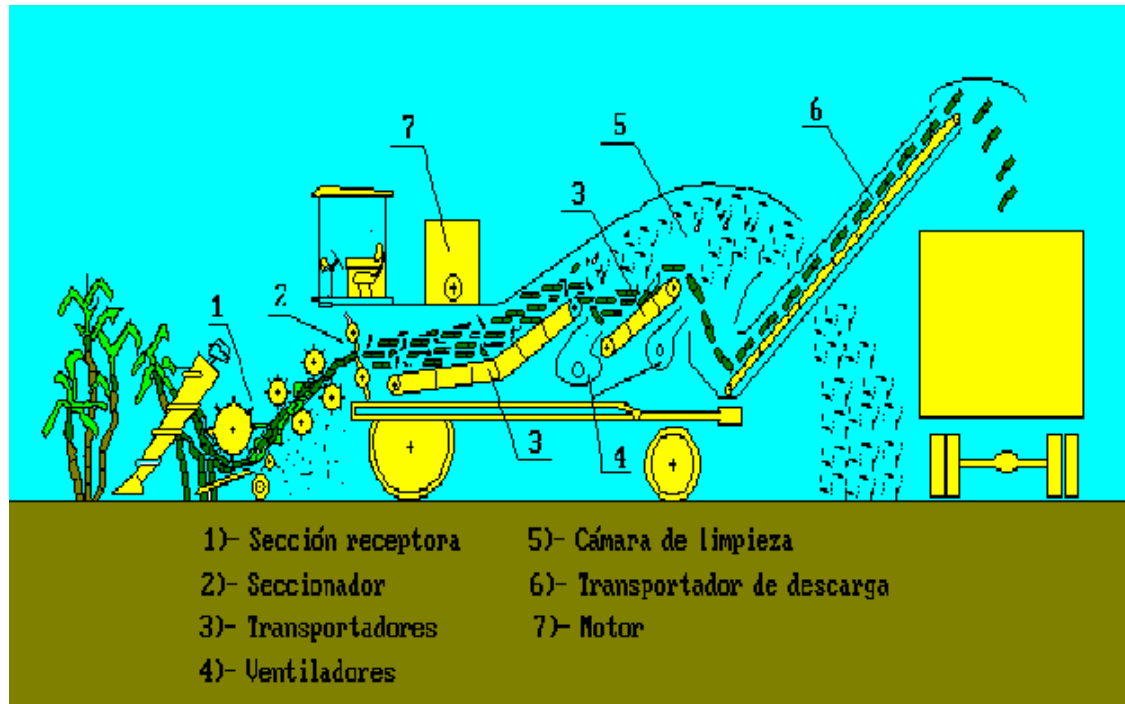


Figura No. 1 componentes de las cosechadoras estudiadas así como el esquema general y el proceso tecnológico de la cosechadora de caña KTP-2.

Fuente: Artículo de la Web.

El proceso tecnológico de la máquina comienza con el corte superior de la caña eliminando de esta el cogollo y follaje para lo cual utiliza el mecanismo inferior se encuentran las puntas divisoras que se encargan de guiar la caña hacia los sinfines recolectores, los cuales la introducen en la sección receptora de la máquina.

El corte se realiza con los discos de corte inferior que se encuentran ubicadas en la parte trasera de la sección rectora.

Una vez cortada la caña es transportada por la batería de tambores superiores e inferiores hasta el mecanismo troceador, el cual consta de dos árboles de

paletas dispuestas a 120° donde van montadas las cuchillas de corte que garantizan que se produzca el troceado de la caña entre 25 y 30 cm. La caña y la materia extraña caen libremente a la tolva recolectora.

La caída libre de la caña verde (caña y paja) que procesa la máquina se produce bajo el efecto del extractor primario el cual elimina de un 60 a 80 % de la materia extraña. La caña que cae en la tolva recolectora es transportada a través de la estera recolectora hacia los medios de transporte. Antes de caer en el mismo se somete a un segundo proceso de limpieza, mediante el extractor secundario, ubicado en el extremo superior del transportador.

El extractor se encarga de secarle entre un 10 y un 15 % de la materia extraña quedada después de pasar por el extractor primario.

Regulación del corte inferior

- ❖ Para obtener un corte uniforme y de altura de la caña los rotones derechos e izquierdos deben regularse de manera que el rotón izquierdo se encuentre encima del derecho, la holguera óptima de los segmentos de corte es de 5-7 mm.
- ❖ El recubrimiento entre los segmentos se asegura durante el montaje y debe ser menor de 45 mm.
- ❖ Los rotones derecho e izquierdo deben estar dispuestos en planos paralelos bajo un ángulo de 8° respecto al plano de apoyo de las ruedas de la cosechadora.
- ❖ Las estrellas unidas con cadena deben estar dispuestas en un plano.
- ❖ La regulación de engrane del par cónico se realiza seleccionando las juntas de reglaje que se instalan debajo de los planos de apoyo del vaso y la tapa lateral dispuesta del lado del piñón.
- ❖ Después de regular el engrane hay que efectuar el reglaje del juego axial de los cojines de rodillas cónicas del árbol propulsor, instalando juntas de reglaje debajo de la superficie de apoyo de la tapa dispuesta del lado opuesto del piñón.

- ❖ La regulación de los cojines de rodillo cónico se efectúa con la tuerca, el árbol debe girar libremente sin trancarse, con el esfuerzo de las manos luego la tuerca debe asegurarse solidamente con la arandela.

Regulación de la sección receptora

- ❖ la regulación de la presión del segundo tambor superior se efectúa con auxilio del mecanismo opresor del segundo tambor superior, cuidando que ambos muelles tengan la misma regulación.
- ❖ La posición del primer tambor superior se regula con auxilio de las tuercas de regulación. Al girar las tuercas se elevan o descienden los topes del primer tambor superior ligados con ellas, sobre los cuales descansan las palancas del tambor para evitar el alabeo del tambor, los topes deben estar regulados a la misma altura.
- ❖ La altura de corte se regula con ayuda de la barra roscada. Cuando se da vuelta la tuerca de acoplamiento descienden o se elevan las ruedas copadoras y con ello se logra una posición determinada de los rotones respecto a la tierra.
- ❖ La holguera A y B entre el limpiador y el disco de corte debe ser entre 3 y 15mm respectivamente y se logra deslizando el limpiador para las rameras. Después de la regulación se debe asegurar solidamente la hoja.

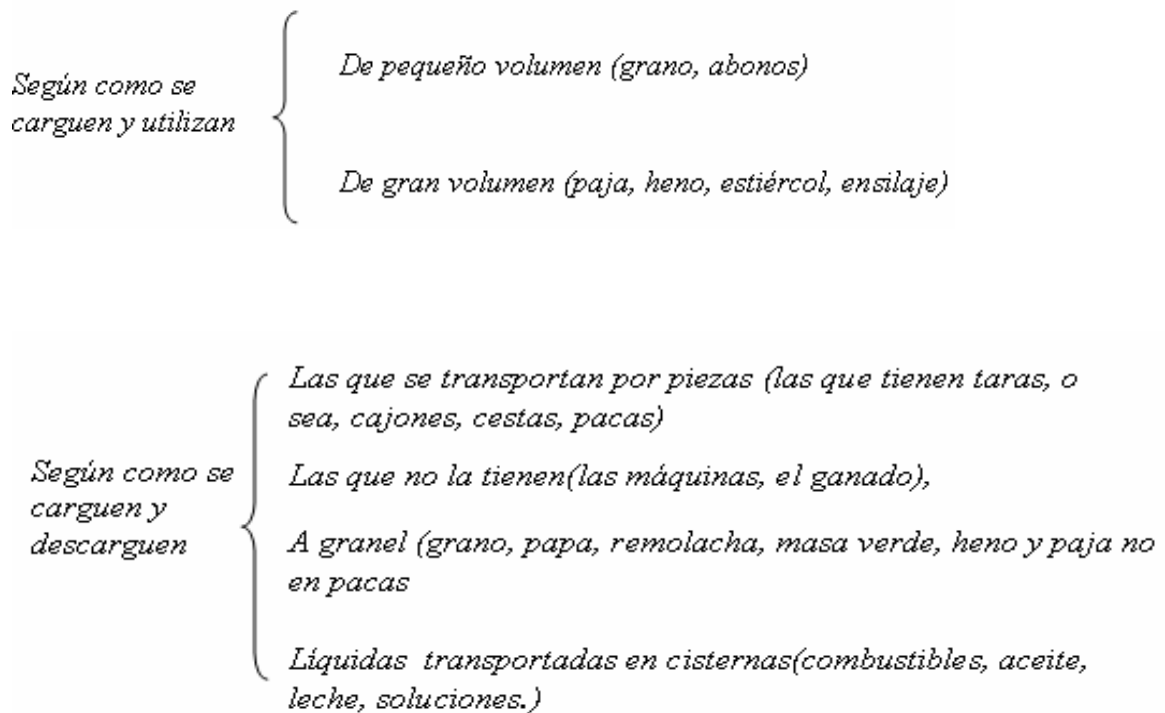
Nociones generales sobre el transporte cañero.

En un proceso tecnológico cualquiera, es innegable la interrelación que existe entre las diferentes operaciones, pero si este análisis lo realizamos en un determinado cultivo, debe quedar claro que la operación que enlaza es la agricultura con la industria, o planteado de otra forma que inicia el proceso de poscosecha, es principalmente la de transporte. Este proceso comprende la carga de los materiales en los medios de transporte, el traslado de ellos desde el punto de carga hasta el destinatario, la descarga y colección en el lugar donde fueron enviados.

El tipo de carga y las condiciones del camino influyen mucho en la productividad de los conjuntos de transporte y deben tenerse en cuenta durante la organización de los trabajos de transporte.

Clasificación de las cargas

De acuerdo con los tipos de carga estas pueden clasificarse por sus características físico-mecánicas, por el nivel de protección o pedregosidad, por las peculiaridades de la carga y la descarga, por su volumen y por el grado de utilización de la capacidad de carga de los medios de transporte, teniendo gran importancia este último ya que influye en el cálculo de los mismos.



En dependencia del grado de utilización de la capacidad de carga todos los tipos de carga se dividen en 5 clases como se muestra en la tabla 1

Un aspecto a precisar es que el grado de utilización de la capacidad de carga, depende de varios factores como es posible apreciar en la expresión (1) pero en la práctica constituye un índice importante y su forma de cálculo es más factible como posteriormente se verá.

$$\gamma_{cc} \equiv \frac{S * h * \rho}{Q_n} \quad (1)$$

Donde:

S- área de la superficie del medio de transporte (m²)

h- altura de la carga (m)

ρ - peso volumétrico de la carga.(t/m³)

Qn- capacidad de carga del medio de transporte (t)

Tabla No. 3 Tipos de carga

Tipo de carga (Clase)	Límites de variación Y _{st}	Valor medio de γ_{st}
1	1.0	1.0
2	0.99-0.71	0.85
3	0.70-0.71	0.6
4	0.50-0.41	0.45
5	0.40-0.30	0.35

Las cargas también se clasifican en función del tiempo invertido para la carga y la descarga, de esta forma tenemos los cinco grupos siguientes:

1er grupo: Cargas a granel tales como semillas, tierra, arena, etc.

2do grupo: Cargas que se transportan en barriles y sacos, tales como granos, fertilizantes, cemento, arroz, papas, etc.

3er grupo: Cargas que se transportan en cajas, cajones, contenedores, normalizados tales como granos, frutas frescas, piezas de repuesto, etc.

4to grupo: Cargas que no son cómodas de transportar y necesitan cuidados especiales tales como tractores, maderas, barras de acero, etc.

5to grupo: Cargas que no son cómodas de transportar por su peligrosidad tales como combustibles, lubricantes, productos químicos, etc.

Las condiciones del camino, determinan la productividad del transporte, los gastos correspondientes y la elección del tipo de transporte. Desde el punto de vista de la explotación estas condiciones se caracterizan por el valor de la resistencia al movimiento (por el coeficiente de resistencia al rodamiento y el ángulo de subida), el pavimento, las cargas admisibles de las construcciones de carreteras (puentes) y su rendimiento.

En cuanto a las condiciones del camino hay que aclarar que estas influyen en el rendimiento de los agregados de transporte.

¿Cómo es posible calcular la resistencia de un agregado de transporte

La resistencia a la tracción de los medios de transporte se calcula de la siguiente manera:

$$R_t \equiv G_z * \left(f_{rod} \pm \frac{i}{100} \right) \quad (2)$$

Donde:

Gz- peso de la carreta con carga en kN o t

f_{rod} -coeficiente de rodadura del medio de transporte

i- pendiente (%)

Cuando existe patinaje la resistencia del tractor y la carreta se incrementa. Entonces la ecuación del agregado de transporte toma la siguiente forma:

$$F_t * \xi_r \equiv \left(f_{rod} \pm \frac{i}{100} \right) * G_c * n \pm F_{pat} \quad (3)$$

Donde:

Ft- fuerza de tracción nominal(kN)

ξ_r - coeficiente de utilización de la fuerza de tracción

n- número de carretas en el agregado

Fpat- fuerza adicional de resistencia al patinaje

Para un determinado tipo de tractor, se puede determinar el número de carretas por la expresión 4

$$n \equiv \frac{F_n * \xi_{pn} \mu R_{des}}{F_{rod} \pm \frac{i}{100} * G_c} \quad (4)$$

Donde:

F_n - fuerza de tracción nominal del tractor (kN)

ξ_{pn} - aprovechamiento de la fuerza de tracción nominal

R_{des} - resistencia complementaria de deslizamiento o patinaje (kN)

F_{rod} - coeficiente de rodadura del medio de transporte

i - pendiente %

G_c - peso de la carreta con carga en kN

El peso total de las carretas (remolques) con carga (G_{max}) para los camiones se determina por:

$$G_{max} \equiv \frac{F_t \mu G_{ct} * f_{camión}}{f_{carreta}} \quad (5)$$

Donde:

F_t - fuerza tangenciales las ruedas motrices del camión (kN)

G_c - peso del camión (kN)

$f_{camión/carreta}$ - coeficiente de rodadura del camión y la carreta respectivamente

índices de explotación.

El conocimiento de las cualidades de explotación de las unidades de transporte permite: Escoger el respectivo transporte para las condiciones de explotación determinadas; hacer cálculos de explotación (normas de rendimiento, del gasto de combustible, del costo propio de las operaciones de transporte) organizar correctamente los trabajos de transporte , proyectar las empresas de explotación

y reparación(garajes, centros de servicios, talleres, puestos de carga y descarga, etc.).

El trabajo útil de una unidad de transporte depende del tiempo que se gaste en el trabajo útil durante el turno, de la velocidad de movimiento, de la carga de la unidad y del recorrido que se realice con esta carga, lo cual, a su vez, depende de las cualidades explotativas de los medios de transporte, de las condiciones del camino, del carácter de la carga, de las distancias de transporte, de la organización de los trabajos de carga y descarga, del manejo correcto de la unidad en el camino y el mantenimiento.

Los índices que caracterizan la utilización de las diferentes unidades de transporte son: el aprovechamiento del tiempo de trabajo, la velocidad del movimiento, el recorrido y la capacidad de carga de dichas unidades.

Aprovechamiento del tiempo: El balance del tiempo de trabajo se compone de los siguientes elementos: el tiempo de movimiento con carga o sin carga, el tiempo de paradas mientras el transporte se carga o descarga y las paradas debidas a los desarreglos técnicos, por causas de organización o por mantenimiento o reparación.

El tiempo productivo neto es el tiempo que la unidad se mueve con carga, solo en este período es cuando se realiza el trabajo de transporte. A pesar del tiempo que corresponde al movimiento sin carga, a la carga y la descarga, así como el tiempo que dura el mantenimiento y las reparaciones, no se consideran productivos, dichas labores son parte integrante de las labores de transporte. Los demás elementos que forman el balance de tiempo, no son necesarios para el cumplimiento de los trabajos de transporte, y la explotación correcta de los unidades permite reducir considerablemente el valor de estos índices

El coeficiente de utilización del tiempo de trabajo representa la relación entre el tiempo real de trabajo (T_r) y el tiempo de turno(T_T)

$$\tau \equiv \frac{T_r}{T_T} \quad (6)$$

Este coeficiente indica la parte que representan los gastos de tiempo en la carga y descarga y en las paradas durante el turno.

Medidores de Velocidad: la velocidad de movimiento de una unidad de transporte depende de sus cualidades dinámicas, del estado y perfil del camino, de la carga y la intensidad del tráfico. Por esto, la velocidad que corresponde a cada viaje solo se puede expresar a través de los valores medios. La velocidad de las unidades de transporte puede ser máxima (calculada), técnica y de explotación.

Velocidad Máxima: Es la mayor velocidad que puede desarrollar un medio de transporte en un tramo plano determinado a plena carga del motor.

$$V_{\max} \equiv \frac{N_{e_{nom}} * \xi_{N_e} * \eta_a}{P_{\tan} \mu P_W} \quad (7)$$

Donde:

$N_{e_{nom}}$ - potencia efectiva nominal

ξ_{N_e} - grado de aprovechamiento de la potencia efectiva

η_a - rendimiento del medio de transporte que tiene en cuenta las pérdidas de energía al superar las fuerzas de rozamiento en la transmisión, en el rodamiento y patinaje.

Velocidad técnica: Es el coeficiente de la división entre la longitud recorrida en km (L) y el tiempo d movimiento real en h (T_{mov}). La velocidad técnica no tiene en cuenta el tiempo de las paradas durante el viraje a excepción de las que están relacionadas con las condiciones de movimiento

$$V_T \equiv \frac{L}{T_{mov}} \quad (8)$$

Velocidad de explotación. Velocidad media convencional de movimiento de la unidad durante todo el tiempo que se encuentra trabajando (en la línea), incluyendo el tiempo que se necesita para la carga, descarga y otras paradas.

Esta velocidad representa la relación de la distancia recorrida al tiempo total en transcurso del cual la unidad estuvo cumpliendo orden de trabajo.

$$V_{\text{exp}} \equiv \frac{L}{T_T} \quad (9)$$

La velocidad de explotación depende mucho de la organización del proceso de transporte y de las distancias.

Medidores de recorrido

La distancia que recorre un automóvil u otra unidad de transporte en un tiempo determinado se llama recorrido.

El recorrido que realiza una unidad de transporte durante un viaje (o durante un período determinado de tiempo) representa la suma del recorrido con carga(L_{car}), el recorrido muerto o sin carga (L_m) y el recorrido en vacío(L_v)

El recorrido muerto, si carga o preparativo , es el recorrido que cubre la unidad antes de iniciar el trabajo, o sea, el tramo que se hace hasta el lugar de trabajo, el de abastecimiento o en el que se cumple el mantenimiento.

$$L_{TOT} \equiv L_{car} \pm L_m \pm L_v \quad (10)$$

Coefficiente de utilización del recorrido es la relación entre el camino recorrido con carga y el recorrido total

$$\beta \equiv \frac{L_{car}}{L_{TOT}} \quad (11)$$

Medidores de la capacidad de carga

La utilización de la capacidad de carga de una unidad de transporte se aprecia mediante el coeficiente de utilización de la capacidad de carga γ , la evaluación comparativa de la capacidad de carga de la unidad teniendo en cuenta las distancias de transporte se haya mediante el coeficiente de capacidad de carga dinámico γ_d

Coefficiente de utilización de la capacidad de carga dinámica: se determina por la relación entre la cantidad e toneladas – kilómetros realmente cumplida y la

cantidad que podría ser obtenida si el medio de transporte fuera cargado completamente.

$$\gamma_d \equiv \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Q_r * L}{Q_{nom} * \sum_{i=1}^{i=n} L_i} \quad (12)$$

Coeficiente de utilización de la capacidad de carga estático: es la relación entre la cantidad de carga realmente transportada y la cantidad de carga que se puede transportar si se aprovecha totalmente la capacidad nominal de carga del medio de transporte

$$\gamma_e \equiv \frac{Q_r}{Q_{nom}} \equiv \frac{Q_r}{q * z} \quad (13)$$

Donde:

q- capacidad nominal de carga

Z- número de trayectorias

Siendo el mismo coeficiente de la capacidad de carga, puedes r distinto el grado de utilización de la unidad de transporte en dependencia de las distancias de transporte.

Rendimiento de los medios de transporte

El índice más importante que caracteriza las cualidades de la estructura, las condiciones y la plenitud con que se utilizan las unidades de transporte es su trabajo, o sea, su productividad por hora o turno.

La productividad de la unidad por hora según el trabajo de transporte en toneladas – kilómetros se determina por:

$$W_{km} \equiv \sum_{i=1}^n Q * L_r \quad (14)$$

La productividad en toneladas kilómetros por horas se determina por:

$$W \equiv \frac{Q_r * L_{car}}{T_{tur}} \equiv q * \gamma * V_t * \beta * \tau \equiv q * \gamma * V_{exp} * \beta \quad (15)$$

Según el tráfico mercante:

$$W_Q \equiv \frac{Q_r}{T_{Tur}} \equiv q * \gamma * \frac{V_t}{L_{car}} * \beta * \tau \quad (T/h) \quad (16)$$

La productividad de la unidad por turno:

$$W_{tur} \equiv q * \gamma * V_t * \beta * \tau * T_{tur} \quad (t*km) \quad (17)$$

$$W_{QTur} \equiv q * \gamma * \frac{V_t}{L_{car}} * \beta * \tau * T_{tur} \quad (T) \quad (18)$$

Pero si sabemos que:

$$\frac{V_t}{2 * L_{car}} * \tau * T_{tur} \equiv Z_{tt} \quad (19)$$

Donde:

Z_{tt}- cantidad de trayectos por turno

Sustituimos 19 en 18 y obtenemos:

$$W_{QTur} \equiv \frac{1}{2} * q * \gamma * Z_{tt} * \beta \quad (20)$$

Por las expresiones antes expuestas se puede apreciar, que el aumento de la productividad de la unidad de transporte es directamente proporcional al aumento de la capacidad de carga de dicha unidad y al grado de utilización de esta, a la velocidad del movimiento, al aprovechamiento del tiempo de turno y del recorrido. Factores principales que influyen en la productividad de los procesos de transporte.

Con el aumento de la distancia de recorrido (L_c) disminuye la productividad en toneladas.

Con el aumento de la velocidad técnica la productividad de transporte en toneladas kilómetros y en toneladas aumenta.

Con el aumento del recorrido útil con carga, la productividad aumenta.

La productividad del transporte se incrementa a medida que se incrementa el coeficiente de utilización de carga nominal.

Formas para elevar la productividad de los medios de transporte y disminuir las pérdidas de productos.

La productividad de los medios de transporte no está relacionada con los procesos productivos, con agregados de transporte adecuados, esta depende, en lo fundamental, del tiempo de carga y descarga y de la organización del trabajo durante el proceso.

El tiempo de carga y descarga disminuye con la utilización de equipos de carga y descarga de alta productividad, o sea, logrando la mecanización del proceso de carga y descarga.

El incremento de la velocidad técnica se puede lograr mediante el mejoramiento de los caminos, mantenimiento y mejorado del estado técnico de los medios de transporte y también logrando una correcta organización del proceso. Otro aspecto de gran importancia es la correcta selección de los agregados, así como la máxima utilización de la capacidad de la carga de los medios de transporte

La correcta selección de los medios de transporte acorde a las condiciones, al tipo de carga, a las distancias a recorrer así como a la combinación de los diferentes medios existentes, nos permitirá elevar la efectividad del proceso, disponer de productos de mayor calidad y disminuir los costos de producción.

Organizaciones del transporte.

La eficiencia del trabajo de las unidades de transporte depende en grado considerable de la organización correcta del movimiento y de la utilización de los

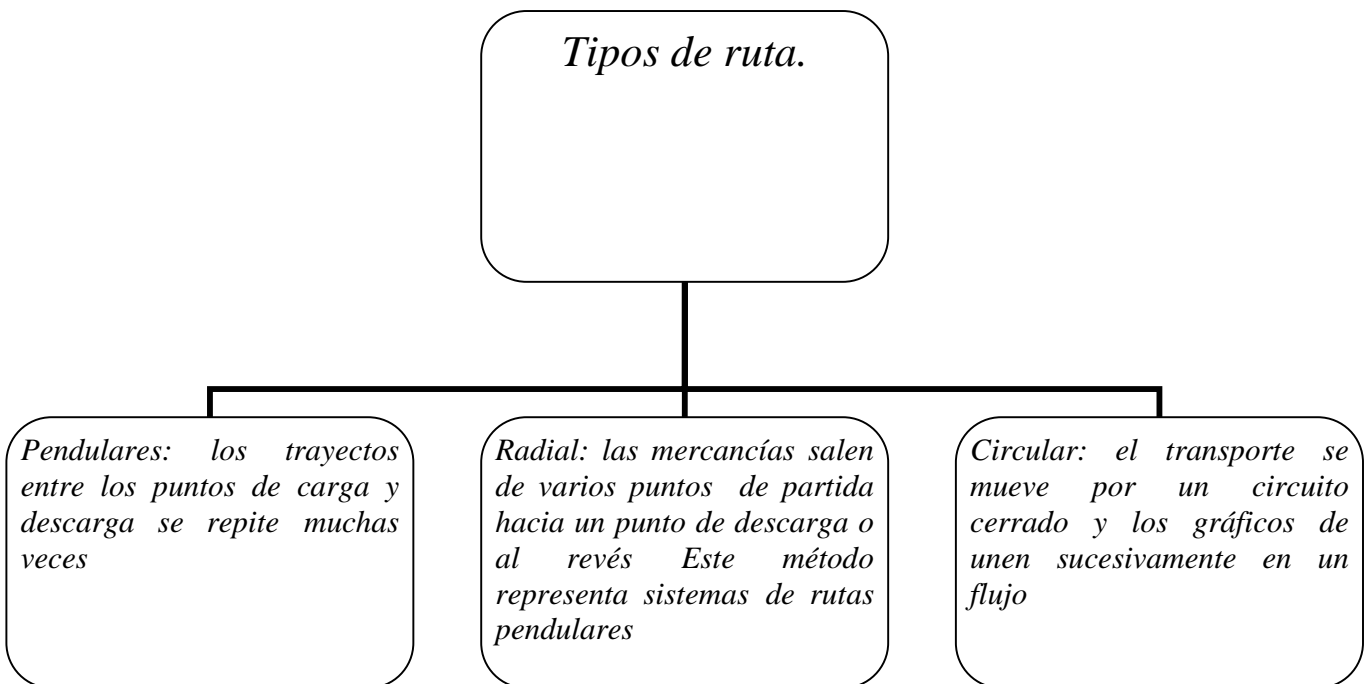
medios de transporte (de la distribución correcta del transporte según los tipos de carga y rutas, de la elección de las rutas, de la determinación del régimen de trabajo del transporte)

Al distribuir las unidades de transporte por los puntos y tipos de trabajo hay que tener en cuenta las condiciones del camino, del tipo de descarga, de la distancia y los índices dinámicos y económicos de las unidades de transporte.

Los factores principales que hay que tener en cuenta al elegir la ruta son la productividad máxima posible de las unidades y el costo mínimo de los trabajos de transporte en las condiciones dadas:

Conceptos básicos:

Ruta: dirección y orden en que se mueve la unidad entre los puntos de partida y de destino de las mercancías.



Trayecto: proceso de transporte limitado por las distancias entre dos puntos (generalmente son los puestos de carga y descarga).

Viaje: ciclo de trabajo de transporte que finaliza con el regreso de la unidad de transporte al punto de partida. Durante el empleo del método pendular el viaje se compone de dos trayectorias y al emplear la ruta circular en varios trayectos.

Tipos de ruta

En las rutas pendulares los trayectos pueden realizarse con carga en ambas direcciones $\beta \equiv 1$ (Figura 1b), con carga a la vuelta $\beta \equiv 0.5$ y sin carga a la vuelta solamente en parte $\beta \geq 0.5$ (a la vuelta la mercancía se carga y descarga en algunos lugares entre los puntos finales de la ruta). Las rutas pendulares son las más utilizadas.

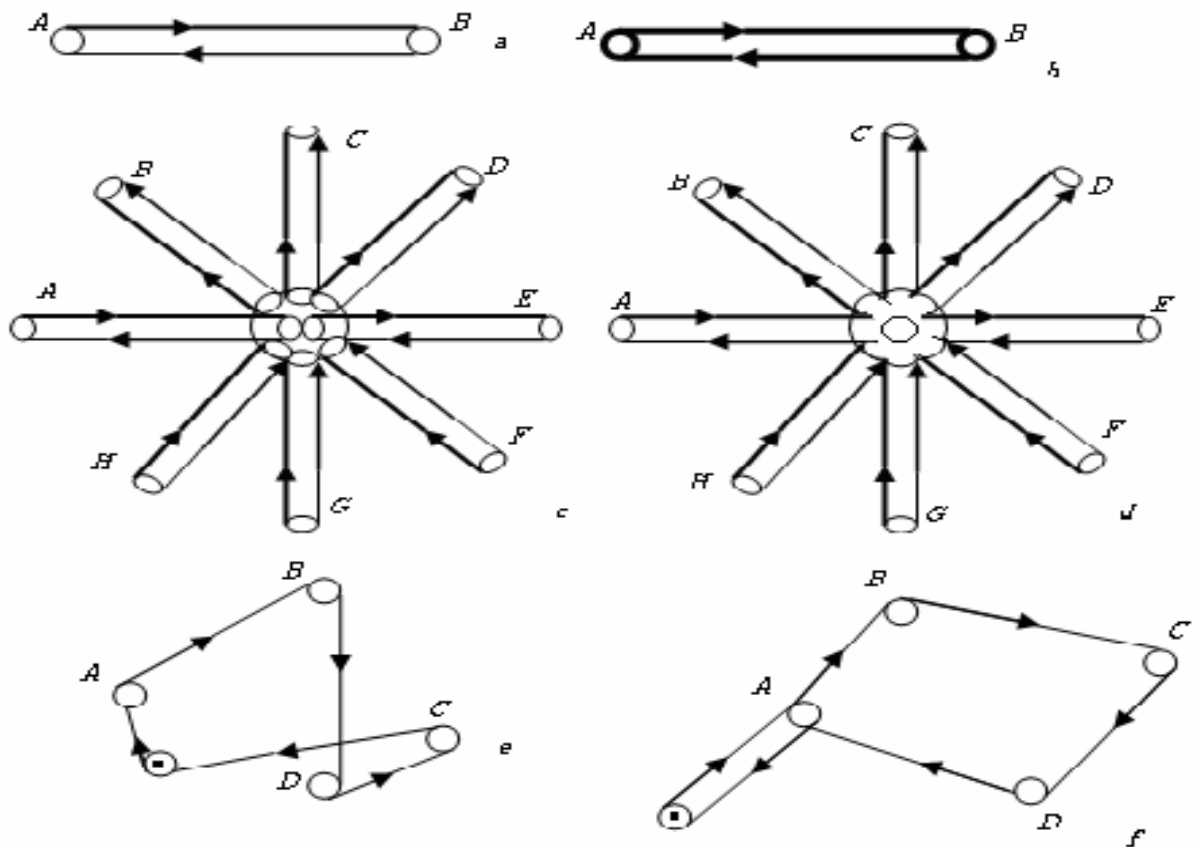


Figura 1 Tipos de recorridos.
 a y b- pendulares; c y d- radiales; e- circular; f en forma de lazo
 La líneas gruesas representan recorrido con cargas y las finas recorrido sin carga.

Gráfico de Movimiento

La organizar el trabajo de las unidades de transporte, y sobre todo, durante el transporte de las mercancías en masa se elabora un gráfico que coordina el movimiento de todas las unidades de transporte y el trabajo de los puestos de carga y descarga, el gráfico se construye en una escala determinada, en el eje vertical se trazan en kilómetros las distancias que corresponden a la ruta dada y en el eje horizontal, el tiempo del turno (del día) en horas, una particularidad de este tipo de gráfico es que no es acumulativo sino cíclico.

La organización de los trabajos por un gráfico correctamente elaborado eleva la productividad de las unidades de transporte hasta en un 40 – 50 %.

Los gráficos de movimiento también ofrecen la siguiente información:

Número real de ciclos

Valores reales de los términos de la expresión de balance de tiempo

Cantidad de combustible consumido en cada instante de la jornada.

Planificación real de las rutas

El valor planificado del valor del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

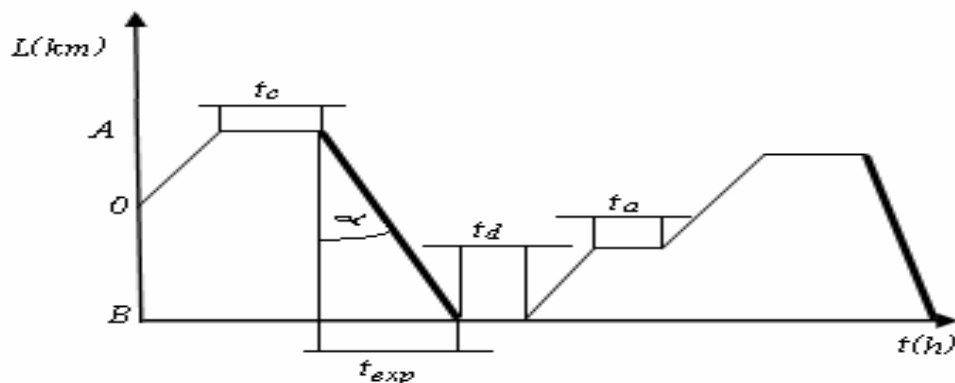


Figura 2 Gráfico de movimiento.

A y B: Puntos de salida y llegada respectivamente.

t_c ; t_{exp} ; t_d y t_a : tiempos de carga, explotativo, de descarga y auxiliar respectivamente.

α - velocidad de movimiento.