

Modelo para el cálculo de la tarifa en equipos de transporte

Víctor Cantillo Maza*

Resumen

En este artículo se propone un modelo sencillo para evaluar la estructura de los costos de los equipos comúnmente empleados para el transporte de bienes y/o personas. Es, por tanto, una guía metodológica que brinda una descripción de las variables que inciden en la determinación de las tarifas. Es claro que cada modo de transporte tiene sus propias particularidades, por lo cual el lector al final del artículo encontrará algunas consideraciones para algunos casos concretos. Se destaca la importancia de obtener una información confiable acerca de las características operacionales de los vehículos para lograr una acertada evaluación de los costos.
Palabras claves: Transporte, costos, tarifa.

Abstract

This paper aims to propose a simple model for evaluating the structure of costs of equipments commonly used to carry goods and/or persons. It is therefor a methodological guideline which provides a description of the variables that impinge on determining fares. It is clear that each kind of transportation has its own features, and as a consequence the reader will found some considerations for some particular instances at the end of the paper. It is highlighted the importance of obtaining reliable information about vehicle operational characteristics in order to obtain an accurate cost evaluation.

Key words: Transportation, costs, fare.

Fecha de recepción: Marzo 15 de 1999

El equipo de transporte es una inversión que debe producir una rentabilidad razonable. Para lograrlo se debe hacer un

análisis cuidadoso que considere todas las variables que intervienen en la estructura de costos, a fin de determinar el flete o la tarifa unitaria.

* Ingeniero Civil, Universidad del Norte; magister en Ingeniería de Tránsito y Transporte, Universidad del Cauca. Director del Programa de Ingeniería Civil, Universidad del Norte; coordinador de la Especialización en Vías y Transporte de la misma universidad. (E-mail: vcantill@uninorte.edu.co)

Debe aclararse que no hay un método único para el cálculo o estimación de los costos; además, las condiciones en que operará la máquina –a veces muy difi-

ciles de cuantificar—tienen una incidencia significativa. La mejor guía que puede tener el propietario o administrador son las estadísticas de los equipos que ha operado anteriormente, por lo cual es una muy buena práctica que cada máquina tenga su correspondiente bitácora o diario en el que se registren los costos día a día.

A continuación se presenta un modelo que permite la estimación de la tarifa en los equipos de transporte. Evidentemente, la confiabilidad de la estimación es extremadamente sensible a la calidad de la información de que se dispone, y de las condiciones en que operará la máquina. En primera instancia se discuten algunos aspectos pertinentes a la naturaleza de los costos; seguidamente, se presenta la metodología, y por último se sintetizan algunas recomendaciones específicas para distintos modos de transporte. Debe aclararse que se enfatiza en los modos de transporte terrestre.

1. CONCEPTOS PREVIOS

1.1 Costo del equipo

El valor de adquisición del equipo (V_0) expresado en pesos considera el valor de la máquina en moneda extranjera en el puerto del embarque; los fletes y seguros marítimos; el pago de impuestos para su nacionalización; la tasa de cambio al día y los costos de matrícula ante el organismo de Tránsito y Transporte (costo de matrícula). También debe considerarse los costos de accesorios.

1.2 Vida económicamente útil

Es claro que una máquina en la medida en que es utilizada sufre desgaste en sus piezas, lo cual ocasiona que cada vez sean mayores los costos de operarla. Hay un momento en que es más económico o conveniente reemplazar el equipo viejo por uno nuevo; ese momento determina que la máquina ha llegado al fin de su vida útil (n). En síntesis, puede definirse la vida económicamente útil de una máquina como el tiempo durante el cual es capaz de trabajar con un rendimiento económicamente justificable. En un artículo publicado en la edición anterior de esta revista se propone un método para determinar la vida útil de los equipos¹. En el caso de Colombia, el Ministerio de Transporte ha definido en 20 años la vida útil de los equipos de transporte (buses, camiones, taxis). Este valor, que para estándares internacionales es alto, puede utilizarse como una guía. No obstante, en el caso de los vehículos livianos (es el caso de los taxis) se recomienda considerar una vida útil de 10 años.

1.3 Utilización del equipo

Debido a que en la estructura de costos hay unos de naturaleza fijos, que deben distribuirse entre las unidades producidas por la máquina, es necesario evaluar la utilización efectiva, expresada como las horas o días que el equipo trabaja

¹ CANTILLO, Víctor. Reemplazo económico de los equipos. *Revista Ingeniería y Desarrollo*. Uninorte, 1998.

durante el mes o durante el año (son éstos los períodos de tiempo habitualmente considerados en el análisis). Es común, en el caso del equipo de transporte, que éste trabaje entre 24 y 28 días al mes; los restantes días está cesante, en mantenimiento o reparación. Así mismo, es necesario evaluar las distancias recorridas y el número de viajes realizados anual o mensualmente y la ocupación de la máquina en cuanto a bienes y/o personas movilizadas.

1.4 Valor de salvamento o rescate del equipo

Es el precio que tiene la máquina una vez culminada su vida útil (S). Su valor varía desde el costo del hierro representado en el peso de la máquina vendida como chatarra hasta, en algunos casos, el 60% del valor inicial. El valor de rescate depende del tipo de equipo, de su estado, de su escasez, de las condiciones locales de la industria del transporte y, en síntesis, de la oferta y demanda de los equipos (mercado). La práctica norteamericana común es asignar un valor de salvamento nulo (0% del valor de adquisición). En el caso colombiano, este valor usualmente se asume entre 5 y 30% del valor inicial, siendo el 10 y el 20% los valores más utilizados. No obstante, la mejor fuente para esta información es un análisis de los valores determinados por el mercado de equipos.

2. ESTRUCTURA DE COSTOS

La estructura de costos propuesta sigue

el esquema tradicional de clasificar los costos entre directos e indirectos. Los *costos directos* son todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para el proceso productivo; es decir, pueden observarse en el producido y son directamente imputables al trabajo realizado. Los *costos indirectos* son aquellos gastos generales que son necesarios para la buena marcha del proceso productivo, pero que no pueden ser considerados como gastos directos. Es deseable que los costos indirectos no sean demasiado elevados, pues se pierde competitividad.

2.1 Costos directos

Los *costos directos* son más fáciles de identificar y de medir que los costos indirectos. Los costos directos pueden clasificarse en costos fijos y variables.

Costos fijos son aquellos que no dependen del volumen producido. Por lo tanto se incurre en ellos aunque no se produzca nada; es decir, aunque el equipo no esté trabajando. Son ejemplos de costos fijos (en la evaluación de costos de equipos también se conocen como *costos de propiedad*) los pagos por rentas, los pagos de intereses, la depreciación, y los sueldos y salarios del equipo humano y básico.

Por otra parte, los *costos variables* varían directamente con el volumen de la producción. Es claro que en tanto más se produce, se incurre en más costos variables (también llamados *costos de operación o de consumo*). Ejemplos de

costos variables son los costos de mantenimiento y el consumo de combustible y lubricantes.

La figura 1 muestra la incidencia de los costos fijos y variables. Nótese que en las abscisas se indica el número de unidades producidas (m^3 , pasajeros,

toneladas, toneladas-kilómetros, pasajeros-kilómetros, etc.) y en la ordenada los costos directos totales. Se observa que los costos fijos son constantes, en tanto que los costos variables son crecientes. Los costos directos totales son la suma de ambos costos.

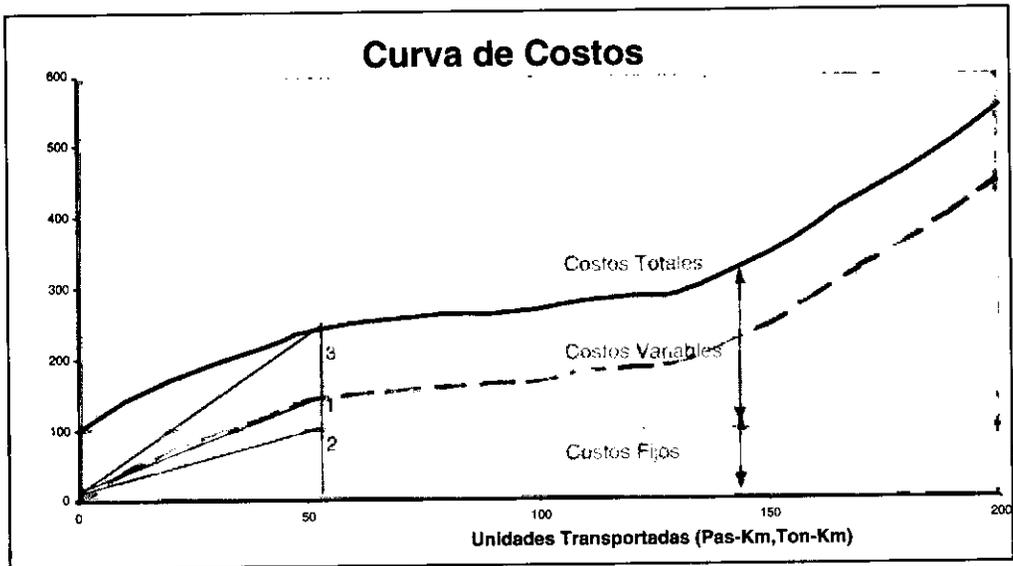


Figura 1. Costos directos

El *costo fijo medio* es el cociente entre el costo fijo total y la cantidad producida. Gráficamente corresponde a la pendiente de la recta 01. El *costo variable medio* es el cociente entre el costo variable total y la cantidad producida. Gráficamente corresponde a la pendiente de la recta 02. El *costo medio total* —o simplemente *costo medio*— es el cociente entre el costo total (fijo + variable) y la cantidad producida, y corresponde a la pendiente de la recta 03 en la figura 1.

La gráfica 2 ilustra la variación de los costos medios.

Un concepto importante es el correspondiente a los *costos marginales*. Se define «costo marginal» como la variación en el costo total resultante de un cambio unitario en el volumen de producción. En términos matemáticos representa la pendiente (derivada) de la curva de costos totales. En términos económicos indica para un volumen de producción dado, el costo adicional en

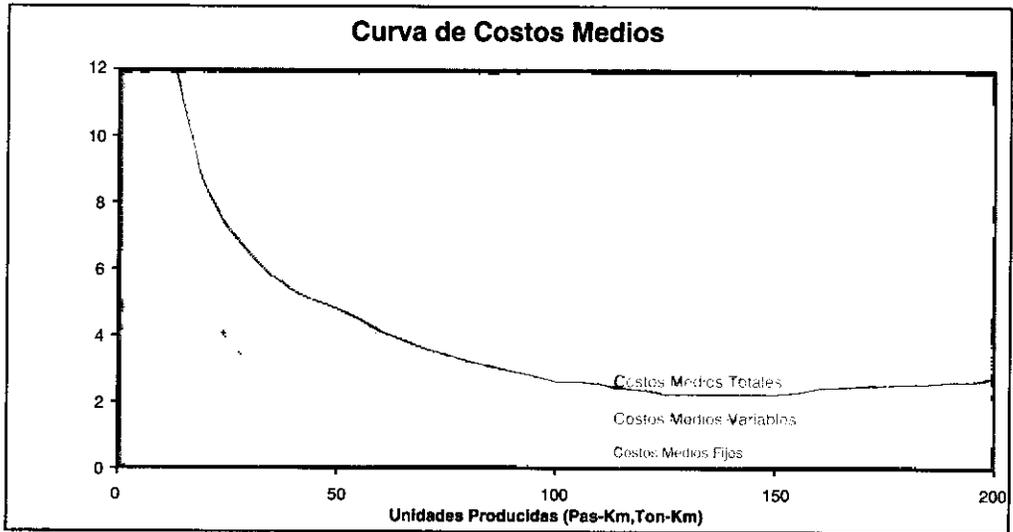


Figura 2. Costos medios

que la empresa debe incurrir para incrementar la producción en una unidad.

Es útil anotar que en muchas ocasiones para sistemas de transporte se asume un modelo de costos lineal. En estos casos, la curva de costos medios es decreciente y los costos marginales son constantes. Se aprecia, sin embargo, que a medida que se incrementan las unidades producidas y/o movilizadas, los costos medios se acercan, en este tipo de modelo, a los costos marginales.

Vistas estas generalidades, seguidamente se definen los costos directos identificables en equipos de transporte.

2.1.1 Costos fijos o de propiedad

2.1.1.1 Costos de capital

Los *costos de capital* representan la for-

ma como se va a recuperar la inversión durante la vida útil del equipo. Se entiende por «recuperación del capital», el valor reservado en la unidad de tiempo, de tal manera que al concluir su vida útil se cuente con los recursos para adquirir un equipo nuevo.

El cálculo de los costos de recuperación del capital puede hacerse mediante la siguiente fórmula, derivada de la ingeniería económica y que, como se verá, depende de la edad del vehículo:

$$C_p = \left(\frac{V_0(1+r)^n r - S_r}{(1+r)^n - 1} \right)$$

Donde:

C_p : Costos anuales de capital del equipo.

V_0 : Precio de adquisición del vehículo

para equipo nuevo. Si se trata de un equipo usado corresponde al valor actual.

- S : Valor de salvamento del equipo, en pesos de hoy.
- n : Vida útil del vehículo para equipo nuevo. Si es un equipo usado corresponde a la vida útil remanente.
- r : Tasa de interés real (anual)
- i : Tasa de inflación (anual)
- k : Tasa de interés de oportunidad o del mercado (anual)

r, i y k se relacionan de la siguiente manera:

$$1+r = \frac{1+K}{1+i}$$

2.1.1.2 Impuestos y seguros

Los impuestos a las máquinas de transporte incluyen el impuesto sobre el patrimonio, rodamiento, timbre vehicular, tarjeta de operación, etc., los cuales varían según el tipo de equipo y la política tributaria vigente. Por otra parte, si bien todo equipo debe tener el seguro obligatorio, el valor de las primas se incrementa según el riesgo que se desee cubrir.

2.1.1.3 Estacionamiento y bodegaje

Este cargo corresponde a las erogaciones ocasionadas por concepto de celaduría, bodegaje, inactividad, etc. Para equipo de transporte, este valor corresponde a los costos por concepto de garaje cuando el equipo está inactivo (usualmente en horas nocturnas).

2.1.2 Costos variables o de operación

2.1.2.1 Costo de conductor u operario del equipo

Al analizar la incidencia de la mano de obra (conductor u operario) en el costo de una máquina, no sólo se debe considerar el jornal básico, sino las prestaciones sociales y las pérdidas de tiempo en que el operario recibe salario sin que trabaje la máquina. Las prestaciones sociales dependen de las leyes laborales vigentes y de las convenciones colectivas de trabajo. Deben además tenerse en cuenta otros costos, como los recargos por horas extras, trabajo nocturno, trabajos en domingos y feriados y otras bonificaciones.²

En síntesis, para calcular el costo de la mano de obra, al jornal básico se le incrementan las prestaciones sociales y otros recargos.

2.1.2.2 Combustible

El costo correspondiente al combustible depende del tamaño (potencia) del motor, de las condiciones de trabajo y del valor unitario del combustible. La fuente para obtener esta información puede ser las especificaciones del fabricante. Sin embargo, es mucho más confiable realizar mediciones directas de rendimiento en el consumo de combus-

² Es común que al conductor se le bonifique un porcentaje del producido del equipo. Estas bonificaciones constituyen salario.

tible (por ejemplo, kilómetros recorridos con un litro de gasolina o consumo de combustible durante una hora de trabajo).

2.1.2.3 *Lubricantes*

Para la evaluación del consumo de lubricantes, la mejor fuente son los registros de los cambios que lleva el propietario o administrador de la máquina. De no disponerse de esta información pueden usarse datos suministrados por el fabricante, o tablas genéricas que correlacionan los consumos con la potencia del motor.

Entre los costos de lubricantes se incluye el aceite de motor, aceite para controles hidráulicos, aceite de transmisión, grasa, filtros. Aquí también se deben considerar los costos de estación; esto es, aseo y lavado del equipo.

2.1.2.4 *Llantas*

El renglón de costos correspondiente a llantas es de difícil estimación. Las llantas se deprecian en forma separada del equipo, ya que su vida útil es más corta. Esta, a su vez, depende del tipo de equipo y de las condiciones reales de trabajo. Por otra parte, la mejor fuente sigue siendo los registros del propietario. En el equipo de transporte, la vida útil de las llantas puede oscilar entre 25.000 y 40.000 kilómetros.

2.1.2.5 *Mantenimiento del equipo*

Es claro que las piezas del equipo están

sujetas a fallas debido al desgaste ocasionado por el uso. La experiencia y las estadísticas son los mejores instrumentos para el cálculo de estos costos. Por eso es recomendable que se lleve un registro (bitácora) de los costos de las máquinas, con lo cual este valor tendrá una acertada estimación. Es buena práctica construir una matriz de costos de mantenimiento, en la que se consignen todas las piezas del equipo, indicando su vida útil y su valor unitario, incluyendo el costo de la pieza y de la mano de obra (mecánico).

2.1.2.6 *Elementos de desgaste rápido*

Hay elementos o piezas cuya vida útil es más corta que la de la máquina y su valor es considerable (es el caso de la carrocería de un bus) y que pueden ser depreciadas en forma independiente.

2.1.2.7 *Peajes y terminales*

En los equipos que durante su recorrido deben pagar derechos por el uso de la infraestructura de transporte (peajes y terminales), es necesario evaluar dichos costos e incluirlos en la estimación de la tarifa.

2.1.3 *Costos indirectos*

Los *costos indirectos* hacen referencia a aquellos gastos generales que realiza la empresa para hacer posible la ejecución de sus operaciones. Incluyen un margen para imprevistos.

Su estimación no es sencilla; pero es

posible, conociendo todos los aspectos que son considerados como costos indirectos, evaluarlos y distribuirlos entre las operaciones y/o equipos de la empresa en proporción a su cuantía.

Dentro de los costos indirectos se incluyen:

2.1.3.1 *Administración*

Gastos de administración central (honorarios de directivos y personal administrativo, gastos de oficina, asesorías, publicidad); administración y gastos generales de operación (honorario de personal de talleres, despacho, venta de tickets, gastos de comunicación, vehículos de servicios generales); gastos de financiación (intereses por empréstitos, comisiones bancarias). Estos costos se reflejan en las cuotas de «despacho» o administración que habitualmente pagan los propietarios de equipos afiliados a empresas de transporte.

2.1.3.2 *Imprevistos*

Es un margen para considerar posibles costos o situaciones no tenidas en cuenta en la evaluación.

2.1.3.3 *Utilidad*

Es la ganancia que el empresario espera obtener por su trabajo.

Es una práctica común expresar los costos indirectos como un porcentaje de los costos directos.

2.2 *Consideraciones específicas*

2.2.1 *Transporte de bienes*

La unidad de medida utilizada para la evaluación es el costo por tonelada-kilómetro, o por metro cúbico-kilómetro de un determinado bien. También suele expresarse como el costo por unidad de peso o volumen entre dos localidades.

Por lo anterior, los consumos se expresan en términos de kilómetros, de peso o volumen, según el caso. Para el cálculo de los costos fijos debe conocerse de manera aproximada la distancia o viajes que el vehículo recorre en la unidad de tiempo.

Es también de vital importancia el conocimiento de la carga movilizada en la unidad de tiempo. Es necesario conocer la capacidad del vehículo, en toneladas, kilogramos o metros cúbicos. Suele asumirse que en promedio un equipo viaja a un determinado porcentaje (por ejemplo, un 70%) de su capacidad.

2.2.2 *Transporte público colectivo tipo bus*

La unidad que se usa para el análisis es el costo por pasajero-kilómetro, o por pasajero. Es necesario conocer o evaluar algunos parámetros de operación como el número de pasajeros que moviliza un vehículo en un período de tiempo, y los kilómetros recorridos por períodos de tiempo (o también el número de viajes en la unidad de tiempo y la longitud del recorrido promedio).

2.2.3 *Transporte público individual tipo taxi*

En el caso del transporte individual tipo taxi, la estructura de costos suele aproximarse a un modelo lineal, en el cual hay un costo fijo al inicio del servicio³ y se incrementa el valor de la tarifa según el recorrido. El costo fijo al inicio permite recuperar los costos de propiedad, por lo cual es menester conocer algunos parámetros operacionales del vehículo, como el número de recorridos o «carreteras» que hace durante el día. Con el incremento en la tarifa según el recorrido se recuperan los costos de operación. Una apropiada estimación requiere el conocimiento de la distancia recorrida por la máquina durante la unidad de tiempo.

Bibliografía

1. FERNÁNDEZ, J. Enrique. *Apuntes de Ingeniería Económica*. Universidad Católica de Chile. 1988.
2. CATERPILAR. INC. *Caterpillar Performance Handbook*. 28 ED., 1998, capítulo 17.
3. ACIT. Tarifas de Arrendamiento para equipos de construcción.
4. INSTITUTO DE VÍAS - UNIVERSIDAD DEL CAUCA. *Generalidades sobre precios unitarios*, 1986.
5. ROSADO, Victorio. *Economía del Transporte*. Universidad del Cauca.
6. MENDEZ, Mildred. Propuesta para la tarificación del transporte público urbano en el área Metropolitana de Barranquilla. Tesis de grado Uninorte. Asesor: Víctor Cantillo. 1993.

³En el medio se conoce como “banderazo”.