



# METODOLOGÍA UTILIZADA EN COSTA RICA PARA EL CÁLCULO TARIFARIO DE SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO, MODALIDAD AUTOBÚS

**José Luis Espinoza Bolaños, Asistente**  
**Correo electrónico: josepibo10@gmail.com**  
*Unidad de Seguridad Vial y Transporte*



Figura 1. Uso del servicio de transporte público, modalidad autobús

Fuente: El autor, 2016

## INTRODUCCIÓN

El transporte en autobús es un servicio público (como lo es el agua, la electricidad, la salud y la educación) que, en el caso de Costa Rica, el Estado brinda a través de terceros, no obstante es el responsable de autorizar, regular y controlar este servicio. En nuestro país se aplica un modelo tarifario (servicio al costo) cuyo funcionamiento básico se pretende explicar en este boletín.

De acuerdo con Gutiérrez (2005), las ciudades son enormes mercados de viajes cuyas necesidades pueden verse

satisfechas (o no) mediante varias opciones modales que van desde caminar y desplazarse en bicicleta hasta viajar en tren, bus o vehículo particular. De este modo, el transporte público atiende una porción de ese mercado y por tanto su alcance está definido principalmente por la capacidad de pago de los usuarios. Lo anterior ratifica la importancia de establecer una tarifa justa, pues define la inclusión o exclusión de los viajeros dentro del servicio en términos de accesibilidad económica.

Una tarifa es la relación económica administrativa entre los usuarios de un servicio público de transporte, prestado por un

tercero ajeno al Estado, pero autorizado, regulado y controlado, que importa la retribución económicamente rentable para el prestador/concesionario (Sánchez, 2011).

El proceso de fijación de tarifas es una tarea que no corresponde al prestador del servicio, pues éstas deben ser aprobadas por una autoridad competente mediante un acto de administración conocido como homologación. Las tarifas que no han llevado este proceso no tienen legitimidad. En Costa Rica, se creó la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Aresep), ente responsable de regular técnica y económicamente la prestación de los servicios públicos, entre los cuales se incluye cualquier medio de transporte público remunerado de personas, salvo el aéreo, según lo estipula el artículo 5 de la Ley 7593 (Ley de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos).

Otra institución involucrada directamente en el transporte remunerado de personas por autobús es el Consejo de Transporte Público (CTP), que fue creado mediante la Ley 7969 (Ley Reguladora del Servicio Público del Transporte Remunerado de Personas en Vehículos en la Modalidad Taxi), publicada en "La Gaceta" N° 20, el 28 de febrero de 2000, como órgano adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, especializado en materia de transporte público y encargado de definir las políticas y ejecutar los planes y programas nacionales relacionados con las materias de su competencia; de esta forma, es el responsable de dotar al país de un sistema de transporte público eficiente y moderno (Consejo de Transporte Público, 2016).

En relación con la fijación de tarifas, el CTP define variables fundamentales para el funcionamiento del modelo que utiliza Aresep, tales como las rutas, ramales, flota, horarios y carreras que constituyen el esquema operativo del prestador del servicio.

El modelo econométrico que se utiliza actualmente para la revisión de las bases tarifarias de transporte público en autobús fue puesto en práctica por primera vez en la fijación y aprobación de tarifas, publicado en el diario oficial "La Gaceta" No. 164, Alcance No. 33 del 30 de agosto del año 1995. La elaboración del mismo estuvo a cargo de la Dirección de Estudios Técnicos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), tomando en consideración aportes generados por participantes de instituciones y cámaras relacionadas con el sector en una serie de sesiones de trabajo promovidas por la División de Transportes del MOPT.

La creación de un modelo para cálculo y ajuste tarifario se cimienta en una adecuada determinación de los insumos necesarios para la correcta prestación del servicio de transporte público, teniendo en cuenta las reposiciones del material rodante, las ganancias empresariales y las amortizaciones de los bienes muebles e inmuebles (Sánchez, 2011).

La metodología del modelo considera los costos variables y fijos en los que incurre cada empresa al prestar el servicio y calcula la cifra correspondiente a los costos operativos mensuales de la compañía autobusera con base en la información de entrada relacionada con la empresa y las rutas en las que opera. Posteriormente, la tarifa se calcula distribuyendo los costos mensuales de la empresa entre los pasajeros transportados por mes, de forma tal que este monto garantice el equilibrio financiero del operador ( $\text{ingresos} = \text{costos}$ ).

## **FUNCIONAMIENTO DEL MODELO**

El modelo Estructura General de Costos, también conocido como modelo econométrico, se desarrolló bajo la premisa de garantizar el equilibrio financiero del prestador del servicio de transporte público. Esto quiere decir que los ingresos que el operador perciba mensualmente por medio del cobro de las tarifas a todos los pasajeros que transporta en sus diferentes rutas y ramales, debe sumar siempre una cantidad igual que los costos operativos mensuales de la empresa de autobuses.

De esta forma, la primera función del modelo es calcular los costos operativos mensuales del prestador del servicio con base en información de entrada, la cual es proporcionada tanto por la empresa operadora como por estudios realizados por el CTP, Aresep o bien instituciones contratadas por la autoridad reguladora para este fin en casos específicos. Una vez definida esta suma, la tarifa se establece de manera que los ingresos que se generen cubran los gastos estimados.

La información de entrada requerida por el modelo para realizar todos los cálculos se resume en las nueve variables que expone el Cuadro 1. Datos como la demanda, la distancia por carrera, las carreras realizadas y características de la flota vehicular como el modelo y el precio de los autobuses son proporcionados por la empresa que presta el servicio en una ruta, no obstante es necesario verificar la veracidad de la información. Por esta razón, funcionarios del CTP llevan a cabo inspecciones en las que recopilan datos con el fin de compararlos con los registrados por la compañía operadora. También se debe revisar que la

empresa cumpla con el esquema operativo autorizado por el CTP para cada ruta en la que labora (horarios, carreras, flota, recorrido, cobro de la tarifa autorizada), pues de esto también depende la estimación de los costos operativos.

Otras variables como el tipo de cambio y la tasa de rentabilidad se pueden obtener del Banco Central de Costa Rica, mientras que el precio del combustible se consulta a la Refinadora Costarricense de Petróleo (Recope) o bien en el diario "La Gaceta", asegurándose de que sean estos valores los más actualizados.

**Cuadro 1. Variables de entrada para el modelo econométrico de Aresep**

Variable	Unidad de medida
Demanda mensual	pasajeros/mes
Distancia	kilómetros/carrera
Carreras	-
Flota	unidades
Edad de la flota	años
Precio de autobús	dólares
Tipo de cambio	colones
Precio de combustible	colones
Tasa de rentabilidad	-

Fuente: El autor, 2016

## DEMANDA

La demanda corresponde a la cantidad de pasajeros que transporta una compañía de buses mensualmente en una ruta específica. Tiene una influencia directa en el cálculo de la tarifa, ya que según la ecuación utilizada, son inversamente proporcionales (entre mayor sea la demanda, menor será la tarifa por pasajero que logre cubrir los costos mensuales de operación).

Es necesario corregir el dato de demanda neta obtenido a partir de un estudio con el fin de resolver los problemas de estacionalidad de la ruta. Para remover la estacionalidad de la demanda se calculan factores ( $w_i$ ) para cada mes, basados en el comportamiento histórico de la demanda mensual promedio de la ruta (los datos de demanda histórica deben ser proporcionados por el prestador del servicio). En otras palabras, el factor de estacionalidad de un mes no es más que el porcentaje de la demanda de ese mes con respecto a la demanda total de todos los meses del año:

$$w_i = \frac{DH_i}{\sum_{i=1}^{12} DH_i}$$

Donde

$w_i$  : Factor de estacionalidad para el mes  $i$

$DH_i$  : Demanda histórica para el mes  $i$

La remoción de la estacionalidad se da cuando se multiplica el factor de estacionalidad ( $w_i$ ) por la demanda del mes a utilizar para el cálculo tarifario (mes  $i$ ). De no aplicar este proceso a rutas con alta estacionalidad, se estaría calculando la tarifa equivalente sólo para ciertos meses (cuando se lleva a cabo el estudio de demanda) y no para todo el año, de ahí la importancia de este parámetro.

En el modelo se define la variable PPM (pasajeros por mes) que corresponde a los pasajeros transportados sin descuento, es decir, no considera adultos mayores o tiquetes dentro de la demanda promedio neta. Este valor se divide entre la flota o cantidad de buses en operación para obtener la variable PVM (pasajeros por vehículo por mes) que representa el promedio de usuarios que moviliza un bus mensualmente. Esta variable se utiliza para calcular el índice de pasajero por kilómetro (IPK), que se explicará más adelante.

## COSTOS OPERATIVOS TOTALES

Los costos operativos totales se dividen en dos tipos: costos variables y costos fijos. Los costos variables son aquellos que varían con los kilómetros recorridos por los vehículos y por lo tanto, están determinados por la distancia del recorrido y la cantidad de veces que la flota realiza el servicio en ese recorrido (Bonilla, 2015).

El modelo considera como costos variables el gasto en el que incurre el prestador del servicio en relación con los combustibles, aceites, lubricantes y las llantas. Con base en estos rubros se definen las variables CCK (costo de combustible por kilómetro), ALK (costo de aceites y lubricantes por kilómetro) y CRK (costo de rodamiento por kilómetro).

Para el cálculo del costo de combustible, se define en el modelo un coeficiente de consumo máximo de combustible con un valor de 0,42 litros por kilómetro. El producto de este coeficiente y el precio vigente del combustible (dato de entrada en colones) arroja como resultado el valor de CCK.

$$CCK \left[ \frac{\text{colones}}{\text{kilómetro}} \right] = \text{Precio combustible} \left[ \frac{\text{colones}}{\text{litro}} \right] * \text{Coeficiente consumo} \left[ \frac{\text{litro}}{\text{kilómetro}} \right]$$

De la misma manera, se definen coeficientes de consumo para el cálculo de los costos por aceites y lubricantes, los cuales se presentan en el Cuadro 2. Se sigue la misma metodología explicada anteriormente para el combustible, multiplicando los coeficientes de cada rubro por su respectivo costo. Los precios se utilizan ya sea en colones por litro (como en el caso del aceite de motor, aceite de la caja de cambios, aceite diferencial y el líquido de frenos) o en colones por kilogramo (grasa).

**Cuadro 2. Coeficientes definidos en el modelo para calcular los costos variables asociados a lubricantes y aceites**

Descripción	Valor	Unidad
Coeficiente consumo máximo aceite de motor	0,00730	litros/kilómetro
Coeficiente consumo máximo aceite caja cambios	0,00042	litros/kilómetro
Coeficiente consumo máximo aceite diferencial	0,00058	litros/kilómetro
Coeficiente consumo máximo líquido de frenos	0,00022	litros/kilómetro
Coeficiente consumo máximo de grasa	0,00092	kilogramos/kilómetro

Nota: Adaptado de "Modelo líder de autobús del 01 de enero de 2016", Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2016

Por último, en cuanto al costo total de rodamiento, para cada bus se asumen seis llantas con un gasto de dos neumáticos y dos reencaches por llanta. De forma análoga al procedimiento de cálculo para los costos de combustible, aceites y lubricantes, se definen rendimientos para los componentes del sistema de rodamiento de la flota. En el Cuadro 3 se exponen los rendimientos utilizados por el modelo.

**Cuadro 3. Rendimientos definidos en el modelo para calcular los costos variables asociados a llantas**

Descripción	Valor	Unidad
Rendimiento llanta nueva	40 000	kilómetros/año
Rendimiento reencache	30 000	kilómetros/año
Vida útil de una llanta con dos reencaches	100 000	kilómetros/año

Nota: Adaptado de "Modelo líder de autobús del 01 de enero de 2016", Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2016

Finalmente, la sumatoria de estos tres montos correspondientes a las variables de costo por kilómetro de combustibles, aceites,

lubricantes y llantas, da como resultado la variable CVK (costos variables por kilómetro), tal como lo explica la siguiente ecuación:  $CVK = CCK + ALK + CRK$ .

Por otra parte, los costos fijos son aquellos que no varían con los kilómetros recorridos por los vehículos y están directamente ligados con la flota para brindar el servicio, tanto en la cantidad como en los niveles de inversión (Bonilla, 2015). Se catalogan como costos fijos la depreciación mensual de los bienes de la empresa operadora (vehículos, maquinaria, equipo, instalaciones y otros), la rentabilidad mensual del capital (para la flota, por proveeduría, por equipo e instalaciones), el gasto mensual por repuestos y accesorios, el costo del personal de mantenimiento y operación, los costos de administración de la empresa y por último, el gasto en pago de peajes ubicados dentro de la ruta, en caso de que existan.

Para los rubros clasificados como costos fijos, se resumen a continuación las observaciones pertinentes:

- El modelo vigente considera una depreciación acelerada por el método de la suma de los dígitos, por un plazo de siete años y un valor de rescate de cero.
- La tasa de rentabilidad del capital es el reconocimiento a la inversión del operador; utiliza la tasa activa promedio del sistema financiero nacional vigente al día que se lleva a cabo la audiencia pública (valoración puntual).
- En cuanto a repuestos y accesorios, se asume un gasto anual del 10% del valor del vehículo nuevo.
- El personal correspondiente a operación y mantenimiento corresponde a choferes, chequeadores y mecánicos. La cantidad de estos empleados depende de la flota (ver Cuadro 4) y sus salarios se suponen en 120% del salario mínimo con un 45,10% de cargas sociales sobre los sueldos.
- Los gastos administrativos de la empresa incluyen el seguro voluntario y el obligatorio por vehículo, derechos de circulación, revisión técnica, cánones (regulación Aresep y del CTP), personal administrativo (10% de los gastos de operación) y otros gastos por vehículo (0,17% del valor del vehículo nuevo).

**Cuadro 4. Factores para determinar el personal de operación y mantenimiento del servicio**

Descripción	Valor	Unidad
Factor de cantidad de choferes	1,90	choferes/vehículo
Factor de cantidad de chequeadores	0,30	chequeadores/vehículo
Factor de cantidad de mantenimiento	0,80	mecánicos/vehículo

Nota: Adaptado de "Modelo líder de autobús del 01 de enero de 2016", Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2016

La suma de todos los costos fijos da como resultado un monto CFV (costos fijos por vehículo por mes) en colones por vehículo por mes. No obstante, se debe convertir este valor de modo que su unidad de medida sea compatible con el procedimiento de cálculo tarifario (el cual requiere de valores de costos operativos totales en colones por kilómetro). Existe la variable RPM (recorrido promedio mensual), la cual se necesita fundamentalmente para la estimación del índice de pasajero por kilómetro (IPK), sin embargo funciona también para realizar la conversión de costos fijos mensuales por vehículo (CFV) a costos fijos mensuales por kilómetro (CFK). El recorrido promedio mensual se determina como se muestra a continuación.

$$RPM \text{ [kilómetro/vehículo/mes]} = \frac{(\text{Carreras/mes}) * \text{Extensión de la ruta [kilómetros]}}{\text{Flota en operación [vehículos]}} * RFR$$

Donde

*RPM*: recorrido promedio mensual; *RFR*: reconocimiento por recorrido fuera de ruta

El RFR es un porcentaje que se le añade al recorrido promedio mensual debido a los desplazamientos que los buses deben realizar fuera de ruta. Se reconoce de 5% a 10% dependiendo de los kilómetros de recorrido en la ruta: por ejemplo de 0 a 25 kilómetros se considera zona urbana y se reconoce el 10%; más de 25 kilómetros se considera zona no urbana y se reconoce un 5% adicional.

De esta forma, con los costos fijos mensuales por vehículo y el recorrido promedio mensual se determina el costo fijo por kilómetro de la siguiente manera:

$$CFK \text{ [colones/kilómetro]} = \frac{CFV \text{ [colones/vehículo/mes]}}{RPM \text{ [kilómetros/vehículo/mes]}}$$

Finalmente, los costos operativos mensuales totales por kilómetro (variable CTK) que el modelo reconoce al prestador del servicio está constituido por la suma entre los costos por kilómetro fijos y variables:

$$CTK \left[ \frac{\text{colones}}{\text{kilómetro}} \right] = CVK \left[ \frac{\text{colones}}{\text{kilómetro}} \right] + CFK \left[ \frac{\text{colones}}{\text{kilómetro}} \right]$$

Gracias al promedio de 328 estudios tarifarios ordinarios elaborados por Aresep del año 2009 al 2014, se determinó que la mayor parte de los costos operativos de una compañía operadora del servicio corresponden a los salarios del personal y compra de combustibles. La Figura 2 expone la distribución promedio de los costos operativos del servicio según los estudios realizados por Aresep.



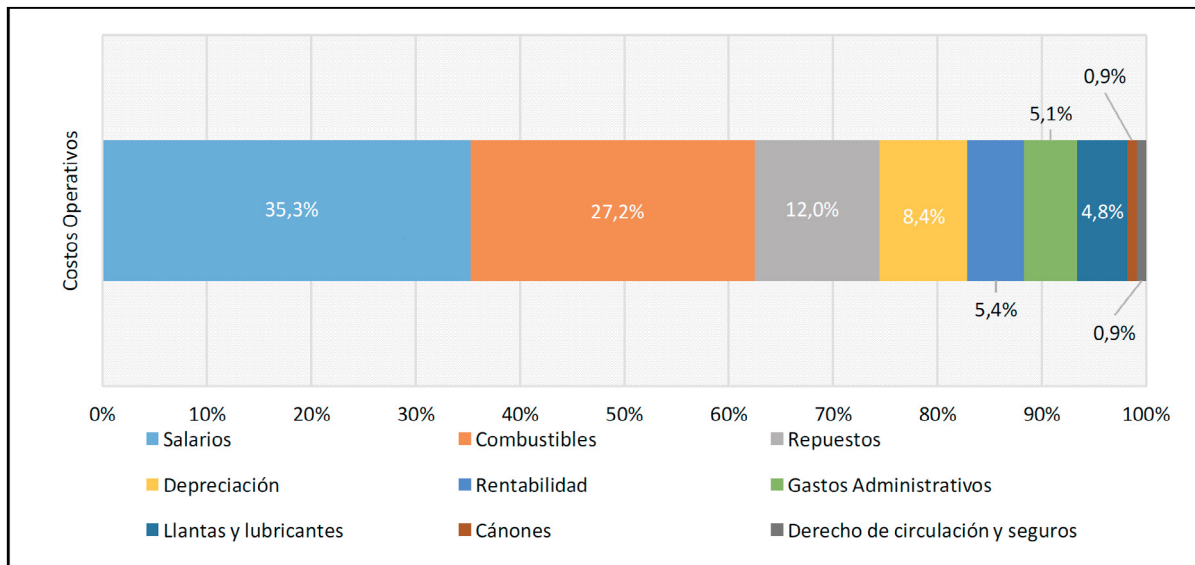


Figura 2. Distribución de los costos operativos en tarifas de autobús

Adaptado de: "Servicio de Autobús: Papel de la Aresep en la regulación del servicio", Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2015

## CÁLCULO DE TARIFAS POR PASAJERO

El cálculo de la tarifa es directamente proporcional a los costos operativos de la empresa autobusera. Adicionalmente, para el cálculo de la tarifa que debe pagar cada pasajero para cada ruta o fraccionamiento, de forma tal que se cumpla el equilibrio financiero del prestador del servicio, se recurre al Índice de Pasajero por Kilómetro (IPK).

El IPK representa un indicador de la productividad del sistema de transporte público y a su vez proporciona un promedio de la cantidad de pasajeros por kilómetro que transporta cada autobús de la flota que opera en determinada ruta. Este indicador permite evaluar la forma en la que el principal producto del sistema (los kilómetros recorridos en operación), se refleja en su principal resultado operacional, que son los pasajeros (Ministerio de Transporte de Colombia, s.f.).

Se había mencionado en apartados anteriores que para calcular el IPK, se requiere de los valores de las variables PVM y RPM, tal como explica la siguiente ecuación:

$$IPK \text{ [pasajeros/kilómetro]} = \frac{PVM \text{ [pasajeros/vehículo/mes]}}{RPM \text{ [kilómetros/vehículo/mes]}}$$

Finalmente, el cociente entre los costos operativos mensuales por kilómetro y el índice de pasajeros por kilómetro da como resultado una tarifa en colones por pasajero que genera ingresos mensuales suficientes a la empresa operadora para cubrir los gastos operativos.

$$Tarifa \left[ \frac{\text{colones}}{\text{pasajero}} \right] = \frac{CTK \text{ [colones/kilómetro]}}{IPK \text{ [pasajeros/kilómetro]}}$$

A manera de resumen general con respecto al funcionamiento del modelo Estructura General de Costos de Aresep, se muestra a continuación el esquema de la Figura 3.

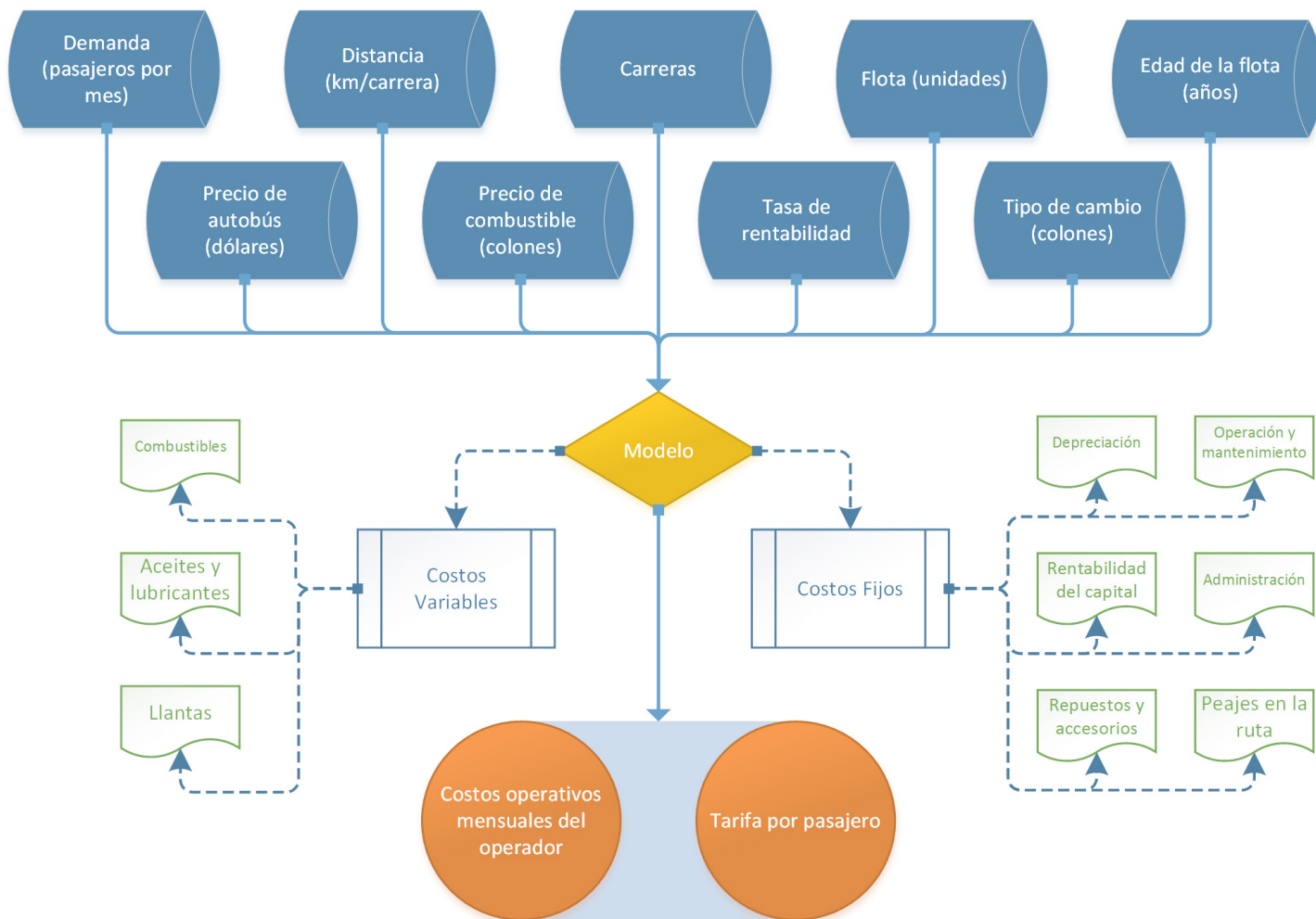


Figura 3. Esquema del funcionamiento y salidas del modelo para cálculo tarifario de transporte en autobús

Fuente: El autor, 2016

Es de suma importancia aclarar que la tarifa resultante es válida para rutas con tarifa plana (una única tarifa para todo el recorrido de la ruta). En caso de rutas con tarifa fraccionada, el modelo calcula una tarifa promedio equivalente para todos los fraccionamientos de la ruta. Debido a que el modelo arroja un único valor de tarifa por pasajero, es tarea de Aresep elaborar un análisis de mayor complejidad y de acuerdo con el marco jurídico regulatorio definir los diferentes montos que se deberán de cobrar a los usuarios según su recorrido (origen y destino).

## REFERENCIAS

- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (3 de setiembre de 2015). Servicio de Autobús: Papel de la Aresep en la regulación del servicio. Intendencia de Transporte.
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2016). Modelo Líder de autobús del 01 de enero de 2016. Obtenido de sitio web de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos: [http://aresep.go.cr/autobus/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1588&catid=62&Itemid=644](http://aresep.go.cr/autobus/index.php?option=com_content&view=article&id=1588&catid=62&Itemid=644)
- Bonilla, O. (21 de enero de 2015). Distorsiones en la aplicación del modelo tarifario: Caso del transporte por autobús en Costa Rica, "Un desequilibrio a superar". Obtenido de sitio web de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos: [http://aresep.go.cr/images/documentos/Administracion/Foro\\_Aresep\\_21\\_enero\\_2015\\_Olman\\_Bonilla.pdf](http://aresep.go.cr/images/documentos/Administracion/Foro_Aresep_21_enero_2015_Olman_Bonilla.pdf)
- Consejo de Transporte Público. (2016). Historia. Obtenido de sitio web del Consejo de Transporte Público: [http://www.ctp.go.cr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=92&Itemid=107](http://www.ctp.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=92&Itemid=107)
- Gutiérrez, A. (2005). Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del '90. XIII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, (pág. 14). Lima. Obtenido de <http://filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/ptt/GutierrezClatpu05.pdf>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (s.f). Manual de Cálculo de los Indicadores de Monitoreo y Evaluación de Proyectos de Transporte Urbano en Colombia. Obtenido de sitio web del Ministerio de Transportes de Colombia: [http://portal.mintransporte.gov.co:8080/transporte\\_urbano/Manual%20de%20Indicadores.pdf](http://portal.mintransporte.gov.co:8080/transporte_urbano/Manual%20de%20Indicadores.pdf)
- Sánchez, B. (2011). Desarrollo de una metodología y su modelo matemático para determinar las bases técnico – económicas en el cálculo de tarifas del transporte público urbano. Tesis, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación e Innovación Tecnológica, México, D.F. Obtenido de <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10077/1/194.pdf>