

# Modelo de Ingreso de Datos a la Herramienta de Costos del Sistema de Transporte Público de Pasajeros

**Resumen:** Las pequeñas y medianas ciudades se enfrentan a una serie de dificultades a la hora de administrar y manejar su sistema de transporte urbano. Esta problemática se debe a que no cuentan con los métodos necesarios para analizar y administrar los recursos que poseen. Surgida esta necesidad, el propósito de este estudio es recabar los datos necesarios para operar una herramienta de costos del sistema de transporte público que se pueda emplear para el cálculo de costos en ciudades con características similares. El mecanismo de implementación consiste en la interacción de los usuarios a través de preguntas que permitan segmentar el servicio que brindan en un escenario en particular y, por medio de esta categorización, poder brindar los parámetros e información pertinente al entorno que se encuentran. Como resultado final del proceso, a través de fórmulas matemáticas de costos, el sistema entregará como salida, el valor buscado del costo.

**Palabras Claves:** Frenómetro; Incertidumbre; Rugosidad del rodillo.

**Abstract:** The small and medium-sized cities face many difficulties in administrating and managing their urban transport system. This trouble is due to they do not have the necessary methods to analyze and manage the resources that they have. With this necessity in mind, the purpose of this study is to collect the necessary data to operate a cost tool that can be used for costing the public transport cost in cities with similar characteristics.

The implementation mechanism consists in the interaction of the users through questions that allow to segment the service that they offer in a particular scenario and, through this categorization, to be able to provide parameters and information pertinent to the environment that they are. As a final result of the process, through mathematical formulas of costs, the system will deliver as output, the sought value of the cost.

**Keywords:** Public Transport of Passengers; Tool; Costs.

**Melisa M. Batistela; Luciana Venanzi**

CETRAM (Lavaisse 610, Santa Fe), Facultad Regional Santa Fe, UTN. Teléfono: (0342) 4601579 (interno 2310).

Mail: melisa.batistela@gmail.com - luciana.venanzi@outlook.es

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se centra en la interacción que se originará en una herramienta de costos para la carga de datos de entrada al sistema, con el objetivo final de determinar los costos de sistemas de Transporte Público de Pasajeros en ciudades de tamaño medio.

El mismo, se lleva a cabo en el marco del proyecto de investigación y desarrollo denominado "Herramienta para la Determinación de los Costos de Sistemas de Transporte Público de Pasajeros en Ciudades de Tamaño Medio" homologado por Evaluadores Externos de la Universidad Tecnológica Nacional dentro del Programa de Incentivos Docentes Investigadores de la Secretaría de Políticas Universitarias (código TVUTI-FE0003934TC), que tiene por objetivo general "Diseñar una herramienta de cálculo o modelo de costeo para una empresa estándar prestataria del servicio de transporte público de pasajeros en una ciudad de tamaño medio". Dicho estudio se encuentra en fase de desarrollo a la fecha de publicación del presente trabajo, por ende lo que aquí se presenta no es una valoración de los resultados finales del proyecto, sino una parte del mismo.

La función primordial del modelo bajo estudio es la de constituir una guía con el fin de generar un plan de seguimiento de la gestión y del proceso de negociación, inherentes a un estilo de decisión adaptativo. Se estudia el transporte como un sistema complejo y variado, tomando herramientas de la economía por medio de la aplicación de un modelo teórico.

Considerando la incertidumbre como un factor que cuestiona la idealización del sistema, se plantea la actualización en forma regular de todos los parámetros, los escenarios de negociación y los objetivos, a medida que el entorno va cambiando. De esta manera, el sistema busca la gestión de dos metas. En primer lugar, proveer información que permita identificar los desvíos del comportamiento esperado del sistema de transporte y/o variables

exógenas relevantes. En segundo lugar, los datos recolectados deberán ser de utilidad en la revalidación y mejoramiento de la capacidad en la toma de decisión por parte del poder concedente o autoridad de aplicación.

Para la obtención de este costo, se requerirá contar con ciertos datos que describan una situación específica, por lo que este estudio plantea la forma en que los mismos serán obtenidos.

## DESARROLLO

### Descripción general

El sistema de cálculo de costos se basa en fórmulas que vinculan distintas variables inherentes al servicio relacionándolas con precios y consumos.

En cuanto a los costos, el servicio de transporte es caracterizado por componentes fijos y variables. Se toma como unidad de costeo la cantidad de pasajeros transportados equivalentes por kilómetro, la cual surge de transformar todos los pasajeros de las distintas franquicias en pasajeros que abonan una tarifa plana.

Los costos variables identificados son los consumos de gasoil, neumáticos, lubricantes y repuestos. Éstos varían al modificarse la unidad de costeo, es decir, los pasajeros transportados.

Por ejemplo, para el caso del costo de combustible, que es un factor esencial en la estructura de costos, y más aún con los actuales precios a los que se cotiza en el mercado. Para que un vehículo rinda los kilómetros por litros que sugiere el fabricante, el mismo debe estar en buenas condiciones. Esto está estrechamente relacionado con el mantenimiento regular de la unidad. Para su cálculo en nuestro modelo teórico, se obtiene al multiplicar el precio de mercado sin IVA

de un litro de gasoil por el coeficiente de consumo específico del vehículo tipo. A medida que la demanda aumenta, los costos de combustible en este caso se prorratean de forma más eficiente, haciendo que los costos por pasajero de gasoil se reduzcan.

Los costos fijos son aquellos que en su cuantía total, no varían con el tiempo, los cuales incluyen: seguros de los coches y pasajeros, precio de nuevos coches, amortizaciones de equipos y salario de conductores, administrativos, técnicos. Se puede observar que estos costos se encuentran presentes aun cuando la empresa no preste servicio a la comunidad.

Además de los costos, se tienen parámetros que describen cómo se caracteriza el servicio, como ser: el número de pasajeros transportados por año, la antigüedad promedio de los conductores, los kilómetros recorridos por la flota en un año, los subsidios, la cantidad de colectivos, los coeficientes de consumo de neumáticos, lubricantes y combustible, la vida útil de los neumáticos, la amortización de los equipos entre otros factores. Estos valores son necesarios para poder modelar el servicio en la herramienta.

**Modelo de cuestionario**

Como se mencionó anteriormente, existen una amplia cantidad de datos que se requieren para poder calcular el costo del servicio de transporte mediante colectivos. Algunos de éstos se obtienen de fabricantes, como los consumos de combustible, o vida útil de neumáticos, mientras que otros datos son propios de cada ciudad o servicio que se desee costear.

En este sentido, se decide modelar un cuestionario con el cual un interesado en obtener este costo pueda completar, y que automáticamente obtenga el valor final, sin necesidad de utilizar complejas fórmulas de cálculo.



- \* Costos variables
- \* Costos fijos
- \* Características del servicio
- \* Parámetros

Fig. 1: Herramienta de costos enfocada sistémicamente.

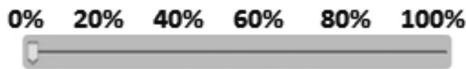
En la Figura 1 se observa que la herramienta de costos puede ser tratada como un sistema, la cual requiere una serie de entradas para poder entregar el valor final del costo del servicio. Más adelante, en la Figura 2, se muestra una captura de pantalla de la herramienta, utilizando como planilla de cálculos el software de Microsoft Excel. Los datos recabados serían autocompletados en las tablas que luego darán como resultado el costo, expresado con o sin subsidios, a nivel empresa, o a nivel pasajero.

| DATOS DEL SISTEMA                                   |             | TARIFA EQUILIBRIO (sin subsidios) | \$ 28,47 |
|---|-------------|-----------------------------------|----------|
|   |             | Subsidio por pax.                 | \$ 19,54 |
|   |             | TARIFA DE EQUILIBRIO              | \$ 8,93  |
|   |             | COSTO x km (sin Subsidios)        | \$ 36,72 |
| <b>COSTOS VARIABLES DE ESTRUCTURA</b>               |             |                                   |          |
| PRECIO DE UN LITRO DE GASOIL LIBRE                  | 13,85       | \$/lit. sin IVA                   |          |
| PRECIO DE UN LITRO DE GASOIL SUBSIDIADO             | 5,31        | \$/lit. sin IVA                   |          |
| PRECIO DE UN NEUMÁTICO COMPLETO NUEVO               | 8699        | \$/ sin IVA                       |          |
| NEUMÁTICOS POR OMNIBUS                              | 6           | Unidades                          |          |
| <b>COSTOS FIJOS DE ESTRUCTURA</b>                   |             |                                   |          |
| SEGURO OBLIGATORIO PARA UN OMNIBUS                  | 2126        | \$/ sin IVA                       |          |
| PRECIO OMNIBUS COMPLETO (KM SIN IVA Y NEUMÁTICOS)   | 1641171     | \$/ sin IVA, sin cubiertas        |          |
| SALARIO MENSUAL POR CONDUCTOR                       | 24633       | \$/ promedio                      |          |
| CARGAS SOCIALES MENSUALES POR CONDUCTOR             | 6555        | \$/ promedio                      |          |
| COSTO PONDERADO MENSUAL POR EMPLEADO                | 31541       | \$/ promedio ponderado            |          |
| ANTIGÜEDAD PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES              | 11,5        | años                              |          |
| RETIRO MENSUAL DE UN DIRECTOR SOCIO                 | 48968       | \$/                               |          |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA</b>                |             |                                   |          |
| PASAJEROS TOTALES TRANSPORTADOS POR AÑO             | 8.644.506   | personas                          |          |
| PASAJEROS EQUIVALENTES TRANSPORTADOS POR AÑO        | 7.492.204   | personas                          |          |
| PORCENTAJE DE DESCUENTO EN LA TARIFA POR BRANDEJAS  | 15,38       | %                                 |          |
| SUBSIDIO ANUAL AL SISTEMA (Julio 2012 a Junio 2013) | 6259131     | \$/                               |          |
| KM RECORRIDOS POR UN OMNIBUS EN UN MES              | 6.798       | Km                                |          |
| KM RECORRIDOS POR LA FLOTA EN UN AÑO                | 5.791.992   | Km                                |          |
| KM RECORRIDOS POR LA FLOTA EN UN MES                | 482.666     | km                                |          |
| IPK (ÍNDICE PASAJERO EQUIV-KILÓMETRO)               | 1,29        | pasajero Eq. /km                  |          |
| SUBSIDIOS POR PASAJERO EQUIV                        | 8,35        | \$/pasajero E                     |          |
| FLOTA TOTAL DE OMNIBUS                              | 71          | coches                            |          |
| PORCENTAJE FLOTA DE AUXILIO                         | 20          | %                                 |          |
| FLOTA ACTIVA  | 57          | coches                            |          |
| OMNIBUS DE AUXILIO                                  | 14          | coches                            |          |
| <b>PARÁMETROS DE CÁLCULO</b>                        |             |                                   |          |
| COEFICIENTE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE               | 0,300       | l/km                              |          |
| COEFICIENTE DE CONSUMO DE FILTROS Y LUBRICANTES     | 0,005       | l/km                              |          |
| COEFICIENTE PARA REQUERIDOS Y REPARACIONES          | 0,0058      |                                   |          |
| VIDA ÚTIL DE NEUMÁTICO                              | 86.809      | km                                |          |
| VIDA ÚTIL DE UN OMNIBUS                             | 10          | años                              |          |
| VALOR RESIDUAL DE UN OMNIBUS                        | 10,00%      |                                   |          |
| TASA DE REMUNERACIÓN DEL CAPITAL (TNA)              | 18,85%      | Annual (29/08/13)                 |          |
| COEFICIENTE DE CARGAS SOCIALES                      | 26,61%      | sueldo                            |          |
| FACTOR DE UTILIZACIÓN DE UN CONDUCTOR               | 2,50        | hombre / vehículo                 |          |
| FACTOR DE UTILIZACIÓN DE UN DIRECTOR                | 0,06        | hombre / vehículo                 |          |
| COEFICIENTE LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO              | 0,125       | pers / operación                  |          |
| COEFICIENTE LOGÍSTICA DE ADMINISTRACIÓN             | 0,085       | pers / operación                  |          |
| COEFICIENTE PERSONAL DIRECTIVO                      | 0,001       | de la flota                       |          |
| ANTIGÜEDAD PROMEDIO DE LA FLOTA                     | 7,16        | años                              |          |
| COEFICIENTE DE DEPRECIACIÓN DE UN OMNIBUS           | 0,055714    | vehículo nuevo                    | 20 años  |
| FACTOR DE REMUNERACIÓN DE UN OMNIBUS                | 0,010682    | vehículo nuevo                    |          |
| FACTOR DE REMUNERACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS        | 0,000628333 | vehículo nuevo                    |          |
| FACTOR DE REMUNERACIÓN DE EDIFICIOS                 | 0,00047125  | vehículo nuevo                    |          |
| GASTOS GENERALES                                    | 0,25%       | vehículo nuevo                    |          |
| ALÍCUOTA DE IMPUESTOS MENSUALES                     | 8,00        | %                                 |          |

Fig. 2: Captura de pantalla de la herramienta.

En un futuro próximo se propone poner en disponibilidad web dicha herramienta, en una plataforma adecuada, donde los usuarios tengan acceso a la carga de datos mediante una serie de preguntas simples y concisas, que en su procesamiento las respuestas cualitativas se transformen en valores cualitativos. Las mismas se detallan en el siguiente listado, pudiendo observar debajo de cada una la justificación de su elección.

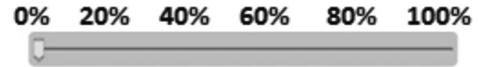
I. ¿Cuál es el porcentaje de calles pavimentadas en su ciudad?



El 100% representa una situación ideal, donde esta variable no sólo considere que la ruta de movimiento de los colectivos sea pavimentada, sino además que las calles gocen de buen estado. Estaríamos bajo un escenario utópico donde disminuiría de forma considerable el mantenimiento diario de las unidades, los costos relacionados con los lubricantes y neumáticos; y facilitaría la alta calidad del servicio prestado, debido a que los tiempos de los viajes como la velocidad no se verían afectados por cuestiones externas. Se evitarían las maniobras bruscas, la rotura de un coche en funcionamiento, se gozaría de un normal servicio en días de clima no favorable, entre otras cuestiones. Poseer un bajo rendimiento en esta variable, traería como desventaja la anulación de varios de estos beneficios y el incremento de los costos asociados por mantenimiento y repuestos principalmente.

La respuesta se vinculará principalmente con coeficiente de consumo de combustible, coeficiente de consumo de filtros y lubricantes, coeficiente para repuestos y reparaciones, con la vida útil del neumático.

II. ¿Cuál es el porcentaje de calles de ripio en su ciudad?



Esta pregunta modifica el coeficiente de uso de neumáticos; condicionan el mantenimiento de los vehículos; y las características de las unidades que se pueden adaptar al tipo y condiciones del terrenos en los cuales se van a circular. Esto último hace referencia a diversos modelos de vehículos, que se adaptan a las imperfecciones del terreno de manera diferentes. Un ejemplo claro, son los coches con piso bajo, aptos para ayudar e integrar a las personas con capacidades reducidas. Pero los mismos, poseen la dificultad de trasladarse en calles con deficiente mantenimiento o desniveles marcados. A diferencia de los convencionales que no podrían brindar el servicio de apoyo y además poseen un impacto menor en los costos debido a que su valor económico es menor a los anteriormente nombrados.

La respuesta se vinculará principalmente con coeficiente de consumo de filtros y lubricantes, coeficiente para repuestos y reparaciones, con la vida útil del neumático.

III. ¿Qué distancia promedio existe entre las paradas en el casco céntrico?

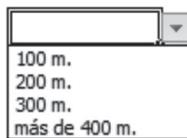
Con un motor trabajando a régimen estable, todos los fluidos tienen las condiciones correctas de funcionamiento por lo tanto la lubricación y la refrigeración trabajan en sus parámetros de diseño, donde se supone que el desgaste es menor. El tránsito en ciudad implica paradas y arranques frecuentes, y a veces marcha en frío lo que atenta contra las condiciones ideales antes mencionadas. De este modo,

cuanto más frecuentes sean las paradas, se reflejara en un mayor costo de operación como así también en los costos sociales de tiempo de los pasajeros.

En contraposición, el servicio tiene la exigencia de proveer paradas o estaciones razonablemente cercanas, desde el punto de vista de la seguridad y accesibilidad para pasajeros de todas las edades.

En nuestro modelo de cálculo, esta respuesta se vincula principalmente con coeficiente de consumo de combustible y con el coeficiente de consumo de filtros y lubricantes.

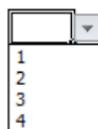
IV. ¿Qué distancia promedio existe entre las paradas fuera del casco céntrico?



En situaciones donde la demanda del servicio disminuye considerablemente, como en los horarios nocturnos o en zonas fuera del casco céntrico, es lógico definir distancias mayores a fin de optimizar las variables anteriormente nombradas. Esta decisión se puede equilibrar con las frecuencias del servicio brindado, como también con lugares estratégicos donde ubicar las paradas, con el fin de suministrar un mayor confort para los usuarios que se encuentren bajo estas condiciones.

Esta respuesta se vincula principalmente con coeficiente de consumo de combustible y con el coeficiente de consumo de filtros y lubricantes.

V. ¿Cuántas empresas prestadoras existen en la ciudad de estudio?

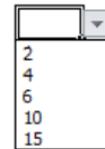


Su respuesta incrementará dicha cantidad de veces los costos fijos administrativos y operativos indirectos, ya que a mayor número de empresas se requerirán más directivos, más jefes de mantenimiento, etcétera.

El factor de utilización de un conductor, que es la relación entre la plantilla total de conductores y la cantidad de coches operativos. Al minimizar este factor, se refleja una mejor gestión y utilización de los recursos disponibles por parte de la organización.

La respuesta se vinculará principalmente con el coeficiente de cargas sociales, factor de utilización de un conductor, coeficiente de personal de logística y mantenimiento, y con el coeficiente personal directivo.

VI. ¿Cuál es la antigüedad promedio de la flota (en años)?



Este es un valor declarado a la CNRT, de carácter obligatorio. Este organismo considera que la renovación de flotas afecta de manera directa al transporte público, y es fundamental su regulación y control. A medida que aumente la edad etaria de la flota, se repercute en mayores costos de mantenimiento, afectando directamente a su coeficiente logístico. Por otro lado, este parámetro influye al coeficiente de repuestos y reparaciones, debido a que este se estima como el 6% anual del valor del vehículo cero kilómetro.

Reducir la antigüedad promedio del parque, se refleja en un mayor confort y seguridad a los pasajeros. La renovación de las unidades disminuye la contaminación al reducir la emisión ruido y gases contaminantes. También permite el ahorro de 4.500 litros de gasoil al año en comparación con el consumo de los colectivos que poseen un promedio mayor a 10 años. Además de

contar con unidades que se adapten a la necesidades del presente. Brindar el acceso para las personas con capacidades diferentes, beneficiarse de carteles luminosos con el fin de obtener una buena visualización a la distancia, contar con climatizadores, entre otras características que facilita tener unidades no obsoletas.

La respuesta a esta pregunta se vincula con el coeficiente de consumo de combustible, coeficiente de consumo de filtros y lubricantes, coeficiente para repuestos y reparaciones, y con el coeficiente logístico de mantenimiento.

VII. ¿Cuántos kilómetros de servicio declara ante la CNRT?

Los kilómetros recorridos se ven reflejado en el coeficiente de consumo de combustible, debido a que el mismo surge del cociente entre el gasto de combustible y la distancia recorrida. Por otro lado, esta variable se ve involucrada también con el mantenimiento. Para que un vehículo rinda los kilómetros por litros que sugiere el fabricante, el mismo debe estar en buenas condiciones.

VIII. ¿Cuántas líneas brindan servicio en la ciudad de estudio?

IX. ¿Cuántos coches conforman la flota actual de su ciudad?

X. ¿Cuántos choferes de colectivos se encuentran hoy trabajando?

El procesamiento de estas tres preguntas nos facilita la clasificación de la organización según su tamaño y volúmenes de usuarios a los cuales presta el servicio. Los criterios usualmente aceptados para clasificar las empresas de transporte de servicio públicos de pasajeros por su tamaño son: la cantidad de unidades que conforman el parque, la cantidad de líneas que abarcan y frente a que competencia se encuentran esta variable en el mercado de transporte en la ciudad de estudio. De esta forma, permite ubicar la organización teniendo en cuenta su rol en el mercado global y asociar los costos en relación a estos indicadores.

XI. ¿Cuál es el salario promedio de los choferes que trabajan en su ciudad?

Esta respuesta permite conocer el factor de utilización de choferes, coeficiente de cargas sociales, antigüedad promedio de los conductores, costo ponderado mensual por empleado, cargas sociales por conductor, salario mensual del conductor. Además, como la estructura de las empresas suele ser similar, en función de la cantidad de choferes y sus sueldos, se puede estimar los salarios del resto de los trabajadores de la empresa.

## RESULTADOS

En la actualidad, la construcción de la herramienta expuesta se encuentra en fase de desarrollo. Para poder vincular al usuario con el sistema se ideó este modelo de ingreso de datos, que resulta ser dinámico para el operador, y a la vez preciso con la información que se obtiene.

Los fundamentos y bases en la que se apoya el trabajo, son fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

Además, el estudio del mismo, permitió desarrollar análisis e investigaciones pertinentes a fin de proporcionar una estimación de las tareas del proyecto y las necesidades de recursos, mediante el planteamiento de un modelo de formulario a emplear, que permite segmentar el alcance del análisis. De esta manera, se obtienen los pilares bien definidos que permitirán proyectar de forma óptima las etapas posteriores del trabajo.

## DISCUSIÓN

Para continuar esta investigación se debe llevar a cabo la etapa de lectura e interpretación de la información recogida con el fin último de obtener el análisis de costos.

Por otro lado, se debe mantener la premisa de que el modelo sea eficiente. Para ello, el modelo de cuestionario debe ser dinámico, y revisado con cierta periodicidad para que su validez no caduque con el tiempo, ajustándose a los requerimientos de las ciudades modernas.

## CONCLUSIONES

Es fundamental para todo dirigente conocer y analizar los costos del servicio que brinda. Esto le facilita la información necesaria para el planeamiento institucional, el estudio de alternativas, la toma de medidas que eviten las desviaciones entre las metas de la organización. El control y evolución de la gestión basados en conocimientos y análisis concretos sobre la temática involucrada busca beneficiar a las diferentes partes que se ven afectadas por el transporte público.

Con el aporte de este trabajo se buscó dinamismo a lo largo del cuestionario, que para el usuario no resultara una actividad agotadora, sino más bien una actividad placentera, con datos que son fácilmente obtenibles.

Por último, este trabajo que aún se encuentra en fase de desarrollo, resultará en una herramienta que facilite en gran medida la tarea del pronóstico del costo de la actividad.

## REFERENCIAS

*ORTÚZAR, J. (2000) Modelos de Demanda de Transporte. Col. del Valle, México: Alfaomega P.89-210.*

*Universidad Tecnológica Nacional (2007). Estudio de Transporte Público de Pasajeros de la Ciudad de Puerto Madryn. Santa Fe, Argentina.*

*Universidad Tecnológica Nacional (2008). Estudio de*

*Transporte Público de Pasajeros de la Ciudad de Santa Fe. Santa Fe, Argentina.*

*Universidad Tecnológica Nacional (2010). Informe de análisis técnico sobre costos del actual sistema de transporte público para la ciudad de Río Cuarto. Santa Fe, Argentina.*