



ISSN 0188-7297



*Certificación ISO 9001:2000 ‡*

---

---

# **DESARROLLO DE UN MARCO PARA LA EVALUACIÓN DE ESQUEMAS PPS EN CARRETERAS DE MÉXICO**

Jorge Artemio Acha Daza  
José Antonio Arroyo Osorno

**Publicación Técnica No. 311  
Sanfandila, Qro, 2008**





---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Desarrollo de un marco para la evaluación de  
esquemas PPS en carreteras de México**

**Publicación Técnica No. 311  
Sanfandila, Qro, 2008**

---



---

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte por el Dr Jorge A Acha Daza y el M en I José Antonio Arroyo Osorno. Se agradecen los comentarios del Ing Roberto Aguerrebere Salido, Coordinador de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte.

---

# Índice

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Índice de tablas y cuadros</b>  | III |
| <b>Resumen</b>   | V   |
| <b>Abstract</b>  | VII |
| <b>Resumen ejecutivo</b>   | IX  |
| <b>1. Introducción</b>   | 1   |
| 1.1 Antecedentes   | 1   |
| 1.2 Alcances   | 3   |
| 1.3 Objetivos del estudio  | 4   |
| 1.4 Metodología  | 4   |
| 1.5 Estructura del reporte   | 4   |
| <b>2. Identificación de los rubros a evaluar en un esquema PPS</b>                             | 7   |
| 2.1 Introducción   | 7   |
| 2.2 Rubros a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras                                   | 7   |
| <b>3. Actores que participarán en la evaluación de los esquemas PPS aplicados a carreteras</b> | 15  |
| 3.1 Introducción   | 15  |
| 3.2 Evaluación de los usuarios   | 15  |
| 3.3 Evaluación de los expertos   | 17  |
| 3.4 Aspectos a evaluar por los usuarios y por los expertos                                     | 17  |
| 3.5 Tamaño de muestra necesario  | 24  |
| <b>4. Propuesta de marco para la evaluación de los esquemas PPS aplicados a carreteras</b>     | 27  |
| 4.1 Introducción   | 27  |
| 4.2 Estructura y formulación del modelo de evaluación  | 27  |
| <b>Conclusiones</b>  | 31  |
| <b>Referencias bibliográficas</b>  | 33  |





# Índice de tablas y cuadros

---

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabla 1    | Grupos de características a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras.....                              | XII |
| Tabla 2.1  | Grupos de características a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras.....                              | 8   |
| Tabla 2.2  | Grupo de calzada, y sus características a evaluar .....   | 9   |
| Tabla 2.3  | Grupo de diseño geométrico, y sus características a evaluar ...   | 9   |
| Tabla 2.4  | Grupo de pavimento, y sus características a evaluar .....   | 10  |
| Tabla 2.5  | Grupo de acotamientos y paraderos, y sus características a evaluar .....                                      | 10  |
| Tabla 2.6  | Grupo de vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad, y sus características a evaluar .....                   | 10  |
| Tabla 2.7  | Grupo de puentes, distribuidores y túneles, y sus características a evaluar .....                             | 11  |
| Tabla 2.8  | Grupo de señalamiento, y sus características a evaluar .....  | 11  |
| Tabla 2.9  | Grupo de servicios de ITS, y sus características a evaluar.....   | 11  |
| Tabla 2.10 | Grupo de condiciones del tránsito, y sus características a evaluar .....                                      | 12  |
| Tabla 2.11 | Grupo de trabajos de mantenimiento, y sus características a evaluar.....                                      | 12  |
| Tabla 2.12 | Grupo de servicios para el usuario, y sus características a evaluar .....                                     | 12  |
| Tabla 2.13 | Grupo de servicios de emergencia, y sus características a evaluar .....                                       | 13  |
| Tabla 2.14 | Grupo de vigilancia, y sus características a evaluar .....  | 13  |
| Tabla 3.1  | Grupo de calzada. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                                     | 18  |
| Tabla 3.2  | Grupo de diseño geométrico. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                           | 19  |
| Tabla 3.3  | Grupo de pavimento. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                                   | 19  |
| Tabla 3.4  | Grupo de acotamientos y paraderos. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                    | 20  |
| Tabla 3.5  | Grupo de vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad. Características a evaluar por usuarios y expertos ..... | 20  |
| Tabla 3.6  | Grupo de puentes, distribuidores y túneles. Características a evaluar por usuarios y expertos .....           | 21  |
| Tabla 3.7  | Grupo de señalamiento. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                                | 21  |
| Tabla 3.8  | Grupo de servicios de ITS. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                            | 22  |
| Tabla 3.9  | Grupo de condiciones del tránsito. Características a evaluar por usuarios y expertos .....                    | 22  |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 3.10 | Grupo de trabajos de mantenimiento. Características a evaluar por usuarios y expertos. ....   | 23 |
| Tabla 3.11 | Grupo de servicios para el usuario. Características a evaluar por usuarios y expertos .....   | 23 |
| Tabla 3.12 | Grupo de servicios de emergencia. Características a evaluar por usuarios y expertos .....   | 23 |
| Tabla 3.13 | Grupo de vigilancia. Características a evaluar por usuarios y expertos .....  | 24 |
| Tabla 3.14 | Número de encuestas necesario para lograr el margen de error deseado de acuerdo con un nivel de confianza del 95% en una población de 3,000,000 de automóviles..... | 25 |

# Resumen

---

Los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS) aplicados a carreteras de México son un nuevo esquema de financiamiento de la obra pública en este sector, que con participación privada busca satisfacer las necesidades de la población en materia de servicios carreteros. En este esquema, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) contrata, a largo plazo, la prestación de empresas privadas para diseñar, construir, operar y mantener la infraestructura carretera.

El mecanismo de pago actual de los servicios está en función de su disponibilidad y de la calidad de los mismos. El pago respectivo se hace de manera trimestral por cada sección de la carretera, utilizando una fórmula de pago que considera la disponibilidad de la vía en los términos de servicio acordados y el volumen de tránsito que utiliza la vía. Sin embargo, en la norma de pago se dejan de lado aspectos que podrían indicar más claramente la calidad del servicio ofrecido a los usuarios por el operador de la carretera.

Por lo anterior, en este trabajo se propone un modelo de evaluación ampliada, que complementa el actualmente utilizado por la SCT, en donde se identifican aspectos adicionales que reflejan de mejor manera el nivel de satisfacción de los usuarios de la carretera. El modelo identifica los aspectos a evaluar y los actores participantes en la evaluación.

**Palabras clave:** Proyecto de prestación de servicios, carreteras, usuarios, esquemas de evaluación



# Abstract

---

Public Private Partnership (PPP's) schemes are a new way to finance maintenance and upgrade public roads in Mexico. These new schemes use private funds to satisfy the needs of the public regarding road services. With the PPP's la Secretaría de Comunicaciones y Transportes hires, for a long term, the services of private companies to design, build, operate, and maintain road infrastructure.

The current way to pay for these services is a function of their availability and quality. Payment is made quarterly for each road segment using a formula that takes into account road availability with a minimum service level and the traffic volume on the road. However, the payment formula does not consider any aspect that could reflect user satisfaction regarding the quality of the service that the road operator is giving.

Because of the above, this work proposes a new evaluation model. The model considers additional aspects to those considered by SCT that could better reflect the level of the user satisfaction with the road services. The model identifies aspects to evaluate and the main actors that should participate in the evaluation.

**Key words:** Public Private Partnership, roads, users, evaluation schemes



# Resumen ejecutivo

---

Los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS) son un esquema de financiamiento de la obra pública, que con participación privada, se viene utilizando en México como una alternativa para atender las necesidades de la población en materia de servicios. En este nuevo esquema, las dependencias gubernamentales contratan a largo plazo, la prestación de empresas privadas para diseñar, financiar, construir, operar y mantener la infraestructura pública. El mecanismo de pago a las empresas privadas está en función de la disponibilidad y calidad de los servicios prestados. Su principal ventaja es que la dependencia no efectúa pago alguno durante la construcción de la infraestructura, los servicios se liquidan durante la vida operativa del proyecto, y el pago se registra como gasto corriente. De esta forma el Estado puede, con cargo a su presupuesto anual, ofrecer una más amplia gama de servicios a la población. De no utilizarse el esquema, habría que esperar un mayor plazo para contar con estos servicios, ya que el presupuesto no sería suficiente para atender todas las demandas de la población.

En el rubro de infraestructura carretera, bajo el esquema de PPS, se está realizando la ampliación y modernización de los tramos de las carreteras libres entre La Piedad-Irapuato e Irapuato-Querétaro, con una inversión estimada de 2200 millones de pesos; también se moderniza la vía Tapachula-Talismán con ramal a Ciudad Hidalgo en Chiapas, con una erogación aproximada de 800 millones de pesos.

Algunos de los objetivos que se busca cumplir con la aplicación de los PPS en infraestructura carretera son los siguientes:

- a) Acelerar el desarrollo de la infraestructura carretera
- b) Elevar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios de carreteras
- c) Mejorar la eficiencia y productividad de la prestación de servicios públicos
- d) Lograr una más eficiente distribución de los riesgos de proyectos carreteros

Los PPS adjudican mediante licitación pública, un contrato de servicio por tiempo fijo que va de 15 a 30 años. Mediante el contrato se establece una asociación entre la SCT y una empresa privada para diseñar, financiar, construir, operar y mantener una carretera.

El pago del servicio se hace de manera trimestral por cada sección de la carretera. La fórmula de pago empleada actualmente en el esquema PPS en carreteras considera: la disponibilidad de la vía en los términos acordados, que establecen mantener un nivel de servicio; el volumen de tránsito que utiliza la vía, y la tarifa

propuesta por el inversionista proveedor del servicio; así como deducciones por la no disponibilidad de la carretera.

Sin embargo, en la fórmula de pago se dejan de lado aspectos tales como la presencia de cuerpos de seguridad; la existencia de servicios adicionales para los usuarios; el implantar tecnologías ITS; etc; elementos que podrían indicar más claramente la calidad del servicio brindado a los demandantes por el operador de la carretera.

Por lo anterior, se identifica la necesidad de establecer un marco que sirva para una evaluación más amplia del desempeño de los esquemas de PPS aplicados a las carreteras mexicanas. De esa forma podrá incidirse mejor en las políticas de desarrollo sustentable del sistema carretero del país. Además es factible identificar aquellos aspectos que requieran atención por parte de las autoridades o del concesionario.

Cybis et al (2006) han desarrollado un modelo de aplicación a vías de cuota en Brasil. Su estudio combina la percepción de los usuarios y expertos respecto a las características físicas de las carreteras y a los servicios proporcionados por los concesionarios. Aun cuando señalan que su modelo es de carácter dinámico, esto sólo se da por el hecho de que recomiendan actualizar la información cada cierto tiempo. Sin embargo, su modelo debe considerarse más como dependiente en el tiempo, sin que sea posible saber las condiciones de las vías bajo estudio en el periodo que transcurre entre dos levantamientos consecutivos de la información de interés.

El beneficio esperado de este trabajo de investigación es el desarrollo de un sistema de evaluación del desempeño del esquema PPS en carreteras, más amplio que el actualmente aplicado, incorporando factores adicionales y que pueda redundar en mejores servicios al usuario por el pago que recibe el prestador de los servicios.

Para lograr lo anterior, este proyecto planteó como objetivo general desarrollar el marco para una evaluación más amplia de la que actualmente se lleva a cabo, de los esquemas de PPS aplicados a carreteras en México. En el marco respectivo se identificarán los aspectos a considerar en la evaluación y el procedimiento para llevarla a cabo.

Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Identificar los rubros que deberían evaluarse en la operación de un esquema PPS en carreteras
- Identificar, los actores que deberían participar en la evaluación
- Establecer el marco para llevar a cabo la evaluación
- Generar un documento que describa los resultados de este proyecto



La metodología utilizada en el presente proyecto comprendió la búsqueda bibliográfica y análisis de material sobre el tema. En la búsqueda se identificaron los rubros para evaluar un esquema PPS, así como los actores que deberán participar en la evaluación. Una vez resuelto lo anterior, se procedió a formular el marco para la evaluación de los esquemas PPS.

Siendo los esquemas PPS aplicados a carreteras un esquema en el cual el usuario de la infraestructura no hace un pago por su uso, la evaluación de la misma no será función de la cantidad que el usuario tiene que cubrir como peaje, sino de la experiencia por la que pasa al hacer uso del camino. Lo anterior suele conducir a una evaluación más objetiva, que no se vea afectada por el efecto que el monto de una cuota tenga en el bolsillo del viajero y el posible sesgo en las respuestas causado por la percepción de estar pagando una cuota muy alta.

El usuario, en la evaluación del servicio prestado por una carretera, no distingue características que son responsabilidad del concesionario o aquellas que no lo son. Por tanto, entre los rubros a evaluar, habrá que identificar las que inciden directamente en la percepción del usuario y que son responsabilidad directa del concesionario; es decir, identificar y eliminar aspectos, que si bien afectan al usuario, son responsabilidad de alguna instancia distinta al concesionario, como puede ser la autoridad encargada de ofrecer servicios de emergencia o vigilancia de la carretera.

Lo anterior lleva a plantear una evaluación ampliada de los esquemas PPS aplicados a carreteras, en la cual habrá que identificar los rubros de interés para una correcta evaluación del servicio prestado por el concesionario del servicio.

Para realizar la evaluación de una carretera es conveniente dividir la misma en tramos homogéneos; es decir tramos con características similares. Una definición útil de tramo homogéneo es: “aquel tramo de carretera de longitud variable, operado por el mismo concesionario, que mantiene condiciones relativamente similares en cuanto a geometría, topografía, tipo de pavimento, tránsito y características medioambientales” (Cybis et al, 2006).

Para evaluar el servicio prestado por una carretera habrá que considerar aspectos tales como el trazo de la misma; las condiciones del tránsito; el estado de la superficie de rodamiento; la comodidad al conducir, etc. A fin de facilitar la identificación de los aspectos a evaluar, la tabla siguiente lista una serie de grupos de características que habrá que considerar en la evaluación de una carretera.

**Tabla 1**  
**Grupos de características a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras**

| <b>Grupo</b>   |
|--|
| Calzada  |
| Diseño geométrico                                      |
| Pavimento  |
| Acotamientos y paraderos                               |
| Vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad            |
| Puentes, distribuidores y túneles                      |
| Señalamiento   |
| Servicios de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) |
| Condiciones del tránsito                               |
| Trabajos de mantenimiento                              |
| Servicios para el usuario                              |
| Servicios de emergencia                                |
| Vigilancia   |

Una vez identificados los distintos aspectos a evaluar para definir la calidad del servicio prestado por el concesionario de una carretera, habrá que definir quién será el encargado de evaluar los rubros señalados. Se identifican claramente dos actores: por un lado, los usuarios de la carretera, quienes definirán su nivel de satisfacción con los distintos aspectos considerados; por el otro lado, se requerirá el auxilio de expertos para evaluar los aspectos que requieran más que el simple juicio de los usuarios. La autoridad encargada de supervisar la operación de la red de carreteras concesionadas será la responsable de coordinar los procedimientos necesarios para la obtención de la información.

Para llevar a cabo el levantamiento de la información resulta conveniente contratar una empresa especializada, de forma tal que la autoridad sólo se encargue de la supervisión de los trabajos.

De acuerdo con la experiencia internacional, la mejor forma de conseguir la evaluación de los usuarios es mediante encuestas. Éstas pueden llevarse a cabo seleccionando una muestra de la población propietaria de automóviles registrados,

y estableciendo controles para asegurar que toda la población de interés quede adecuadamente representada. Se deberá buscar que los participantes en la encuesta sean conductores habituales, que cuenten con licencia.

El procedimiento anterior es particularmente útil cuando se desea evaluar de manera general el sistema carretero en su conjunto, y la información es factible de segmentarse por región o grupos de edad. Sin embargo, cuando se requiere evaluar una carretera en particular, se presenta el problema de que puede complicarse identificar a los propietarios que hubieran usado la carretera bajo estudio.

Otra forma de obtener la información de interés, es mediante encuestas a pie de carretera, preferentemente a las salidas de la vía de interés, y una vez que el usuario haya transitado el camino bajo estudio. Esto ayuda a obtener la información de manera inmediata y puede reflejar mejor la experiencia por la que ha pasado el usuario. Aun cuando sería deseable obtener la información de manera continua durante un largo plazo, es recomendable aplicar la encuesta durante al menos una o dos semanas, considerando distintos horarios que abarquen los tres turnos. De esta forma se podrá captar la opinión de una mayor variedad de usuarios.

Entre los usuarios a encuestar se deberá incluir tanto automovilistas como operadores de transporte de pasajeros y de carga privada y comercial grandes y pequeños. La percepción de los distintos grupos puede ser radicalmente distinta sobre todo en aspectos de seguridad, estado de conservación de pavimentos y servicios para los usuarios. También es recomendable entrevistar a los administradores de compañías transportistas de carga y de pasajeros.

Convendrá también recabar información proveniente de las organizaciones de automovilistas o transportistas de carga y de pasajeros. Asociaciones como la Cámara Nacional de Autotransporte de Carga (Canacar), la Asociación Nacional de Transporte Privado (ANTP), y la Confederación Nacional de Transportistas Mexicanos (Conatram) deberán formar parte de los usuarios a considerar.

La evaluación de los usuarios se basa sólo en el nivel de satisfacción de los mismos respecto al servicio prestado por la carretera. Es decir, se logrará una evaluación de tipo cualitativo de carácter subjetivo, sin considerar aspectos de tipo cuantitativo. Por lo anterior, resulta necesaria la participación de expertos para una evaluación más objetiva respecto a la condición de la operación de la carretera bajo estudio. Estos últimos medirán aspectos en los que se desee una evaluación más precisa de la característica a considerar.

Con la participación de expertos en la evaluación de los servicios prestados por un concesionario de una carretera no se busca eliminar la evaluación de aspectos puramente técnicos, como el estado estructural del pavimento, y que pudieran ser requeridos por la autoridad reguladora, o por el propio concesionario. La intervención de expertos es más bien un complemento a la información

proporcionada por los usuarios de la carretera, sirviendo su participación como una fuente adicional que ayudará a cuantificar los aspectos críticos a resolver para lograr una mayor satisfacción de los usuarios.

Se deberá buscar que la evaluación de los expertos sea lo más objetiva posible, procurando la uniformidad en los criterios que utilicen para calificar la carretera bajo estudio, y que ésta se realice en el mismo periodo en el que se lleve a cabo la encuesta a los usuarios. Para lograr la homogeneidad en los criterios de evaluación, habrá que definirlos previamente e informarlos a los especialistas. Es conveniente que el panel de expertos lo integren no más de cinco especialistas en las áreas de pavimentos, puentes y drenaje. Algunos aspectos a evaluar por los expertos podrán calificarse desde un vehículo en movimiento, lo cual agilizará la evaluación; otras características requerirán una inspección detallada.

Una vez que se cuente con las evaluaciones de los distintos grupos de usuarios y de los expertos respecto a la carretera en estudio, se requiere combinar esas evaluaciones. Es aquí en donde radica la dificultad principal para determinar un índice de evaluación único, con el que se puedan ordenar los tramos carreteros y las concesiones.

Para llevar a cabo la combinación de las evaluaciones de los usuarios y expertos, se propone el modelo de tipo aditivo lineal siguiente:

$$\text{Calificación}_{\text{tramo } k} = P_u \sum_{j=1}^n G_{uj} \sum_{i=1}^{m_j} p_{uij} x_{uij} + P_e \sum_{j=1}^n G_{ej} \sum_{i=1}^{m_j} p_{eij} x_{eij}$$

Donde:

$P_u$  = peso relativo que se da a los usuarios en la evaluación de la carretera

$P_e$  = peso relativo que se da a los expertos en la evaluación de la carretera

Por conveniencia, se recomienda que  $P_u + P_e = 1$

$G_{uj}$  = importancia que los usuarios dan al grupo de aspectos  $j$

$G_{ej}$  = importancia que los expertos dan al grupo de aspectos  $j$

Por conveniencia, se recomienda que  $\sum_{j=1}^n G_{uj} = 1$ , y  $\sum_{j=1}^n G_{ej} = 1$

$p_{uij}$  = importancia para los usuarios de la característica  $i$  en relación con otras características del grupo de aspectos  $j$

$p_{eij}$  = importancia para los expertos de la característica  $i$  en relación con otras características del grupo de aspectos  $j$

Por conveniencia, se recomienda que  $\sum_{i=1}^{m_j} p_{uij} = 1$  , y  $\sum_{i=1}^{m_j} p_{eij} = 1$

$x_{uij}$  = evaluación de los usuarios respecto a la característica  $i$  del grupo de aspectos  $j$

$x_{eij}$  = evaluación de los expertos respecto a la característica  $i$  del grupo de aspectos  $j$

$n$  = número de grupos de aspectos considerados

$m_j$  = Número de características consideradas para el grupo de aspectos  $j$

Para medir tanto  $x_{uij}$  como  $x_{eij}$ , se recomienda una escala de calificación numérica entera del 1 al 5. La ventaja de una escala como la propuesta es que facilita el análisis de la información y su posterior combinación por parte del equipo encargado de realizar el trabajo de gabinete necesario para obtener los resultados finales.

Una vez que se cuente con la evaluación para cada tramo de la carretera en estudio, la calificación de la vía en su conjunto estará definida por:

$$\text{Calificación}_{carretera} = \sum_{k=1}^l (P_{tramo\ k} \bullet \text{Calificación}_{tramo\ k})$$

Donde:

$P_{tramo\ k}$  = peso del tramo  $k$  en la evaluación.

El peso del tramo  $K$  en la evaluación será directamente proporcional a la longitud del tramo y a su tránsito promedio diario, y

$l$  = número de tramos en los que se divida la carretera bajo estudio.

El modelo, con las modificaciones correspondientes, también puede emplearse para evaluar una característica en particular, o grupo de características de una carretera.

Es importante remarcar que el evaluador deberá tener cuidado de utilizar adecuadamente una evaluación con esta clase de modelo. Una calificación global aprobatoria para una carretera o para un tramo, no necesariamente significará que todas sus características se encuentren en buen estado.

Aun cuando el levantamiento de la información de las carreteras en estudio para determinar el grado de satisfacción de los usuarios y la evaluación de los expertos puede significar un costo adicional; éste se justifica por el hecho de que, con la información conseguida, puede lograrse un mejor servicio para los usuarios. Además de identificarse aspectos que afecten la operación de la carretera, y que en una evaluación como la actual se dejan de contemplar.

El modelo propuesto servirá para una evaluación más amplia de los esquemas PPS en carreteras de México. Con la aplicación del modelo se busca contar con información acerca de aspectos específicos, y una evaluación general de la carretera analizada. La evaluación de la concesión estará basada en la experiencia de los usuarios y de los expertos calificadores de manera individual, o de forma combinada.

Es conveniente establecer un proceso iterativo, realizando encuestas con cierta frecuencia, a fin de mejorar el instrumento de evaluación utilizado y la calidad de la información obtenida. Este ejercicio será de utilidad tanto para el concesionario como para la autoridad responsable, ya que podrá obtenerse información actualizada.

# 1. Introducción

---

## 1.1 Antecedentes

Los proyectos de prestación de servicios (PPS) son un esquema de financiamiento de la obra pública, que con participación privada, se está empleando en México como una opción para atender las necesidades de la población en materia de servicios. En este nuevo esquema, las dependencias gubernamentales contratan a largo plazo, los servicios de compañías privadas para diseñar, financiar, construir, operar y mantener la infraestructura pública. El mecanismo de pago a las empresas particulares va en función de la disponibilidad y calidad de los servicios prestados. Su principal ventaja es que la dependencia no efectúa erogaciones durante la construcción de la infraestructura; los servicios se liquidan durante la vida operativa del proyecto y el pago se registra como gasto corriente. De esta forma el Estado puede, con cargo a su presupuesto anual, ofrecer una más amplia gama de servicios a la población. De no utilizarse este esquema, habría que esperar un mayor plazo para contar con estos servicios, ya que el presupuesto no sería suficiente para atender todas las demandas de la población.

Los PPS tienen su origen en el esquema de inversión, enfocado a la provisión de servicios, conocido como iniciativa de financiamiento privado (PFI) desarrollado por el Reino Unido a partir de 1992. En 2002, el Gobierno mexicano utilizó como base los PFI para evaluar el potencial de los PPS, y diseñar su marco de regulación y operación (SHCP, 2007).

Para evaluar el desempeño de un inversionista proveedor de un servicio se emplea un catálogo de parámetros y niveles de calidad definidos en el contrato de prestación del servicio. En este catálogo se delimita también la metodología para evaluar ese desempeño.

En México, las áreas que se considera presentan las características necesarias para aplicar este nuevo esquema de financiamiento son:

- Infraestructura carretera
- Hospitales de especialización
- Planteles y servicios de educación superior

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) evalúa la aplicación de los PPS en los proyectos carreteros, siendo ésta revisada también por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en los aspectos de valor de la inversión, viabilidad jurídica, y previsión presupuestaria. El Gobierno federal mexicano y la banca de desarrollo revisan de manera conjunta, la aplicación de los PPS's en salud y educación.

En el rubro de infraestructura carretera, bajo el esquema de PPS, se está realizando la ampliación y modernización de los tramos de las carreteras libres entre La Piedad-Irapuato e Irapuato-Querétaro, con una inversión estimada de 2200 millones de pesos; también está la modernización de la carretera Tapachula-Talismán con ramal a Ciudad Hidalgo en Chiapas, con una erogación estimada en 800 millones de pesos. En lo que respecta a infraestructura hospitalaria, se construye el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío con una inversión calculada de 971 millones de pesos. Además, se lleva a cabo la creación de la Universidad Politécnica de San Luís Potosí con un gasto de 230 millones de pesos. Adicionalmente, están bajo estudio 21 proyectos potenciales por un monto de inversión de 23 mil millones de pesos.

Algunos de los objetivos que se busca cumplir con la aplicación de los PPS en infraestructura carretera son los siguientes:

- a) Acelerar el desarrollo de la infraestructura carretera
- b) Elevar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios de carreteras
- c) Mejorar la eficiencia y productividad de la prestación de servicios públicos
- d) Lograr una más eficiente distribución de los riesgos de proyectos carreteros

Los PPS adjudican, mediante licitación pública, un contrato de servicio por tiempo fijo que va de 15 a 30 años. Mediante ese documento, se establece una asociación entre la SCT y una empresa privada para diseñar, financiar, construir, operar y mantener una carretera.

El pago del servicio se hace de manera trimestral por cada sección de la carretera. La fórmula de pago utilizada actualmente en el esquema PPS en carreteras considera:

- a) La disponibilidad de la vía en los términos acordados, que establecen el mantener un nivel de servicio
- b) El volumen de tránsito que utiliza la vía y la tarifa propuesta por el inversionista proveedor del servicio
- c) Deducciones por la no disponibilidad de la vía

Sin embargo, en el procedimiento de pago se dejan de lado aspectos tales como la presencia de cuerpos de seguridad; la existencia de servicios adicionales para los usuarios; el implantar tecnologías de ITS; etc; elementos que podrían indicar más claramente la calidad del servicio ofrecido a los usuarios por el operador de la carretera.

Por lo anterior, se identifica la necesidad de establecer un marco que sirva para una evaluación más amplia del desempeño de los esquemas de PPS aplicados a



las carreteras mexicanas. De esa forma podrá incidirse mejor en las políticas de desarrollo sustentable del sistema carretero del país. Además de identificarse aquellos aspectos que requieran atención por parte de las autoridades o del concesionario.

Cybis et al (2006) han desarrollado un modelo de aplicación a carreteras de cuota en Brasil. Su estudio combina la percepción de los usuarios y expertos respecto a las características físicas de las vías y a los servicios proporcionados por los concesionarios. Aún cuando señalan que su modelo es de carácter dinámico, esto sólo se da por el hecho de que recomiendan actualizar la información cada cierto tiempo. Sin embargo, su modelo debe considerarse más como dependiente en el tiempo, sin que sea posible saber las condiciones de las carreteras bajo estudio en el periodo que transcurre entre dos levantamientos consecutivos de la información de interés.

De acuerdo con los mismos autores (Cybis et al, 2006), la literatura relativa al tema describe diversos procedimientos para recabar información respecto a la percepción de los usuarios de los caminos, que sirva para evaluar el servicio prestado. Algunos de esos estudios son de carácter regional, otros de carácter nacional, y otros más de carácter internacional. Entre los de tipo regional se incluyen los del Departamento de Transporte y Obras Públicas de Nueva Escocia, en Canadá (2002); y por el Instituto de Transporte de las Grandes Planicies Superiores (Hough, Hegland y Bahe, 2003); encuestas a nivel nacional se han levantado para la Agencia de Carreteras en el Reino Unido (2002); Transporte de Nueva Zelanda (2003); y en forma anual por la Federación Nacional de Transporte de Brasil (2004); en cuanto a nivel internacional, la Conferencia de Europea de Directores de Caminos reporta un estudio para determinar percepción y satisfacción de los usuarios (Conference of European Directors of Roads, 2004).

La mayoría de los estudios involucran la aplicación de encuestas para medir la satisfacción de los usuarios, considerando no sólo aspectos físicos del camino sino también los servicios adicionales ofrecidos en sus viajes. Los cuestionarios contienen, en su mayoría preguntas cerradas, pero también suelen incluir preguntas abiertas para profundizar en aspectos específicos. Sin embargo, Cybis et al señalan la no presencia de estudios que combinen la perspectiva de usuarios y expertos en la evaluación de los caminos.

## 1.2 Alcances

El beneficio esperado del presente trabajo es el desarrollo de un sistema de evaluación del desempeño del esquema PPS en carreteras más amplio que el actualmente utilizado, incorporando factores adicionales y que pueda redundar en mejores servicios al usuario por el pago que recibe el prestador de los servicios.

## **1.3 Objetivos del estudio**

Para lograr lo anterior, la investigación respectiva planteó como objetivo general desarrollar el marco para una evaluación más amplia de la que actualmente se lleva a cabo de los esquemas de PPS en carreteras mexicanas. En este marco se identificarán los aspectos a considerar en la evaluación y el procedimiento para llevarla a cabo.

Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Identificar los rubros que deberían evaluarse en la operación de un esquema PPS en carreteras
- Identificar, los actores que deberían participar en la evaluación
- Establecer el marco para llevar a cabo la evaluación
- Generar un documento que describa los resultados de este proyecto

## **1.4 Metodología**

La metodología utilizada comprendió la búsqueda bibliográfica y el análisis de material sobre el tema. En ese proceso se identificaron los rubros para evaluar un esquema PPS, así como los actores que deberán participar en la evaluación. Una vez resuelto lo anterior, se procedió a formular el marco para la evaluación de los esquemas PPS. Los resultados se presentan en este reporte.

## **1.5 Estructura del reporte**

El reporte está organizado de la siguiente forma:

En el primer capítulo se presenta la introducción del estudio. Se describe, de manera general, los esquemas PPS y su aplicación a las carreteras en México, señalando la necesidad de contar con un esquema de evaluación ampliado de las concesiones. En el mismo capítulo, se incluyeron el alcance, los objetivos y la metodología del estudio.

El segundo capítulo describe los elementos que deberían considerarse en la evaluación de los esquemas PPS.

En el tercero, se identifican los actores que participarían en la evaluación de los esquemas PPS, y en el cuarto capítulo la propuesta de un marco para la evaluación de los esquemas PPS.

Finalmente, el quinto y último corresponde a las conclusiones del estudio. También se incluyen algunas sugerencias respecto a posibles extensiones del presente trabajo.



## **2. Identificación de los rubros a evaluar en un esquema PPS**

---

En este capítulo se describen los distintos rubros que deberían considerarse para la evaluación de un esquema PPS aplicado a carreteras. También se identifican los aspectos a evaluar en cada uno de los rubros seleccionados.

### **2.1 Introducción**

Siendo los esquemas PPS aplicados a carreteras, un esquema en el cual el usuario de la infraestructura no hace un pago por su uso, la evaluación de la misma no será función de la cantidad que el usuario tiene que cubrir como peaje, sino de la experiencia por la que pasa al hacer uso del camino. Esto puede conducir a una evaluación más objetiva, que no se vea afectada por el efecto que el monto de una cuota tenga en el bolsillo del que transita por la vía, y el posible sesgo en las respuestas causado por la percepción de estar pagando una tarifa muy alta.

El usuario, en la evaluación del servicio prestado por una carretera, no distingue aquellas características que son responsabilidad del concesionario y aquellas que no lo son. Por tanto, entre los rubros a evaluar, habrá que identificar los que inciden directamente en la percepción del usuario y que son responsabilidad directa del concesionario; es decir, conviene identificar y eliminar los aspectos que si bien afectan al usuario son responsabilidad de alguna instancia distinta al concesionario, como puede ser la autoridad encargada de ofrecer servicios de emergencia o vigilancia de la carretera.

Lo anterior lleva a plantear una evaluación ampliada de los esquemas PPS aplicados a carreteras, de la cual habrá que identificar los rubros de interés para una correcta evaluación del servicio prestado por el concesionario del mismo.

Para realizar la evaluación de una carretera es conveniente dividirla en tramos homogéneos, es decir tramos de características similares. Una definición útil de tramo homogéneo es: “aquel tramo de carretera de longitud variable, operado por el mismo concesionario, que mantiene condiciones relativamente similares en cuanto a geometría, topografía, tipo de pavimento, tránsito y características medioambientales” (Cybis et al, 2006).

### **2.2 Rubros a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras**

Para evaluar el servicio prestado por una carretera habrá que considerar aspectos tales, como el trazo de la carretera; las condiciones del tránsito; el estado de la

superficie de rodamiento; la comodidad al conducir; etc. A fin de facilitar la identificación de los aspectos a evaluar, la tabla 2.1 lista una serie de grupos de características que tendrán que incluirse en la evaluación de una carretera. Estos grupos de características se desglosan en las tablas 2.2 a 2.14 para identificar las particularidades y los aspectos a evaluar. Algunas características consideran aspectos cualitativos, otras cuantitativos, ya que por su propia naturaleza requieren un tipo de evaluación diferente.

Los aspectos a evaluar listados aquí, se basaron en estudios previos y encuestas a nivel internacional, pero de ninguna manera la lista pretende ser exhaustiva. Como ya se ha mencionado, algunos de esos estudios son a nivel regional, otros a nivel nacional, y otros para más de un país.

**Tabla 2.1**  
**Grupos de características a evaluar en un esquema PPS aplicado a carreteras**

| <b>Grupo</b>   |
|--|
| Calzada  |
| Diseño geométrico                                      |
| Pavimento  |
| Acotamientos y paraderos                               |
| Vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad            |
| Puentes, distribuidores y túneles                      |
| Señalamiento   |
| Servicios de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) |
| Condiciones del tránsito                               |
| Trabajos de mantenimiento                              |
| Servicios para el usuario                              |
| Servicios de emergencia                                |
| Vigilancia   |

**Tabla 2.2**  
**Grupo de calzada, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>                              | <b>Aspectos a evaluar</b>  |
|---|--|
| Calzada                                   | Ancho de calzada   |
|   | Ancho de acotamientos  |
|   | Estado de la superficie de los acotamientos  |
|   | Número de carriles   |
|   | Ancho de carriles  |
|   | Drenaje de la calzada  |
|   | Estado de conservación de los dispositivos de drenaje (cunetas, contracunetas, alcantarillas, etc) |
|   | Presencia de escalones al final de la superficie pavimentada                                       |
|   | Estado de conservación de las barreras   |
|   | Integridad física de las barreras  |
| Disponibilidad de teléfonos de emergencia |  |

**Tabla 2.3**  
**Grupo de diseño geométrico, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>      | <b>Aspectos a evaluar</b> |
|-------------------|---------------------------|
| Diseño geométrico | Alineamiento horizontal   |
|                   | Alineamiento vertical     |
|                   | Sobre-elevación en curvas |
|                   | Seguridad                 |
|                   | Drenaje                   |
|                   | Rampas de acceso          |
|                   | Rampas de salida          |

**Tabla 2.4**  
**Grupo de pavimento, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b> | <b>Aspectos a evaluar</b> |
|--------------|---------------------------|
| Pavimento    | Rugosidad                 |
|              | Existencia de grietas     |
|              | Existencia de roderas     |
|              | Existencia de baches      |

**Tabla 2.5**  
**Grupo de paraderos, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b> | <b>Aspectos a evaluar</b>                |
|--------------|--|
| Paraderos    | Servicios de comunicación en el paradero |
|              | Servicios de agua potable en el paradero |
|              | Limpieza del paradero                    |
|              | Iluminación del paradero                 |
|              | Seguridad del paradero                   |

**Tabla 2.6**  
**Grupo de vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>                                | <b>Aspectos a evaluar</b>                            |
|---|--|
| Vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad | Existencia de vegetación junto a la carretera        |
|   | Presencia de basura                                  |
|   | Presencia de aceite u otros contaminantes derramados |



**Tabla 2.7**  
**Grupo de puentes, distribuidores y túneles, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>                      | <b>Aspectos a evaluar</b>                             |
|-----------------------------------|---|
| Puentes, distribuidores y túneles | Estado de conservación de los dispositivos de drenaje |
|                                   | Estado de conservación de las barreras                |
|                                   | Integridad física de las barreras                     |

**Tabla 2.8**  
**Grupo de señalamiento, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b> | <b>Aspectos a evaluar</b>                 |
|--------------|---|
| Señalamiento | Existencia de señalamiento vertical       |
|              | Existencia de señalamiento horizontal     |
|              | Estado físico de las señales verticales   |
|              | Estado físico del señalamiento horizontal |
|              | Claridad del señalamiento                 |
|              | Pertinencia del señalamiento              |
|              | Ubicación del señalamiento                |

**Tabla 2.9**  
**Grupo de servicios de ITS, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>     | <b>Aspectos a evaluar</b>   |
|------------------|---|
| Servicios de ITS | Presencia de señales de mensajes variables                        |
|                  | Oportunidad de los mensajes desplegados                           |
|                  | Información de servicios al viajero en la ruta utilizada          |
|                  | Advertencia de condiciones meteorológicas                         |
|                  | Disponibilidad de sistemas automáticos de detección de incidentes |

**Tabla 2.10**  
**Grupo de condiciones del tránsito, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>             | <b>Aspectos a evaluar</b>                        |
|--------------------------|--|
| Condiciones del tránsito | Ocurrencia de congestionamientos                 |
|                          | Presencia de vehículos sobrecargados             |
|                          | Retrasos   |
|                          | Presencia de vehículos con dimensiones excesivas |
|                          | Nivel de servicio de la carretera                |
|                          | Flujos de tránsito                               |
|                          | Presencia de ciclistas, peatones o ganado        |

**Tabla 2.11**  
**Grupo de trabajos de mantenimiento, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>              | <b>Aspectos a evaluar</b>                      |
|---------------------------|--|
| Trabajos de mantenimiento | Ocurrencia de trabajos de construcción         |
|                           | Señalamiento adecuado en zonas de construcción |
|                           | Longitud de zonas de construcción              |

**Tabla 2.12**  
**Grupo de servicios para el usuario, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>              | <b>Aspectos a evaluar</b>               |
|---------------------------|---|
| Servicios para el usuario | Existencia y suficiencia de gasolineras |
|                           | Existencia de servicios de alimentación |
|                           | Existencia de servicios sanitarios      |
|                           | Existencia de áreas de descanso         |

**Tabla 2.13**  
**Grupo de servicios de emergencia, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b>            | <b>Aspectos a evaluar</b>                    |
|-------------------------|--|
| Servicios de emergencia | Presencia de patrullas de auxilio vial       |
|                         | Presencia de servicios médicos de emergencia |
|                         | Presencia de servicios de arrastre           |

**Tabla 2.14**  
**Grupo de vigilancia, y sus características a evaluar**

| <b>Grupo</b> | <b>Aspectos a evaluar</b>             |
|--------------|---------------------------------------|
| Vigilancia   | Presencia de corporaciones de policía |
|              | Existencia de dispositivos de radar   |

Los distintos aspectos a evaluar muestran la diversidad de elementos que pueden considerarse para calificar el desempeño de una carretera. Se hace evidente también que hay que identificar a quién corresponderá evaluar cada uno los aspectos listados; algunos podrán ser por los usuarios de las carreteras; otros tendrán que ser por un grupo de expertos; y otros más por ambos grupos.

Resulta también claro que la evaluación podrá diferir de acuerdo con quién la realice, por lo que es recomendable establecer un esquema para recabar información que tome en cuenta un número de respuestas representativo de la población a encuestar.

No hay que olvidar que la información recabada representará la calificación para un cierto periodo. Si se desea conocer la evolución temporal de la carretera en estudio, habrá que aplicar encuestas cada cierto tiempo o de manera continua, como la de la Highways Agency (2002).

Realizar una encuesta en diferentes periodos permitirá también conocer el efecto que las medidas correctivas aplicadas a los problemas detectados, tengan en el público usuario. Si su nivel de satisfacción respecto a los servicios de la carretera mejora, se estarán atendiendo adecuadamente las necesidades.



### **3. Actores que participarán en la evaluación de los esquemas PPS aplicados a carreteras**

---

En este capítulo se identifican los actores que deberían participar en la evaluación de los esquemas PPS aplicados a carreteras. Se discute el rol que cada uno de ellos debería tomar en la evaluación, y cómo su actuación redundaría en una evaluación justa del desempeño del proveedor del servicio.

#### **3.1 Introducción**

Una vez que se han descrito en el capítulo anterior de este reporte, los distintos aspectos a evaluar para definir la calidad del servicio prestado por el concesionario de una carretera, habrá que definir quién será el encargado de evaluar los rubros señalados. Se identifican claramente dos actores: por un lado, los usuarios de la carretera, quienes definirán su nivel de satisfacción con los distintos aspectos considerados; por el otro lado, se requerirá el auxilio de expertos para estimar aquellos aspectos que impliquen más que el simple juicio de los usuarios. La autoridad encargada de supervisar la operación de la red de carreteras concesionadas será la responsable de coordinar los procedimientos necesarios para la obtención de la información.

Para llevar a cabo el levantamiento de la información resulta conveniente contratar a una empresa especializada, de forma tal que la autoridad sólo se encargue de la supervisión de los trabajos.

#### **3.2 Evaluación de los usuarios**

De acuerdo con la experiencia internacional, la mejor forma de obtener la evaluación de los usuarios es mediante encuestas. Éstas pueden llevarse a cabo seleccionando una muestra de la población propietaria de automóviles registrados y estableciendo controles para asegurar que toda la población de interés quede adecuadamente representada. Se deberá buscar que los participantes en la encuesta sean conductores habituales, que cuenten con licencia.

La encuesta puede llevarse a cabo enviando el cuestionario por correo, con una tasa esperada de respuesta de alrededor del 15% (Acha Daza, Moore y Mahmassani, 1993), o bien vía telefónica. Con esta última opción puede lograrse una mejor tasa de respuesta. Sin embargo, en ambos casos, la contestación propende a ser sesgada por el hecho de que el informante no es plenamente identificado, y las respuestas pueden provenir de quien conteste el teléfono o llene el cuestionario, sin que necesariamente sea un conductor habitual. La calidad de la información mejorar si se plantea la opción de efectuar una entrevista de

seguimiento para aquellas personas interesadas en ampliar sus respuestas; o bien una entrevista cara a cara con los integrantes seleccionados en la muestra.

El procedimiento anterior es particularmente útil cuando se desea evaluar de manera general el sistema carretero en su conjunto, y la información segmentarse por región o grupos de edad. Sin embargo, cuando se requiere calificar una carretera en particular, se presenta el problema de que puede ser complicado identificar a los propietarios que hubieran usado la carretera bajo estudio. Por lo anterior, es recomendable no seguir el procedimiento descrito para considerar una carretera específica, ya que el identificar las respuestas que correspondan a la carretera bajo estudio puede resultar costoso en tiempo y recursos.

Otra forma de obtener la información de interés es mediante encuestas a pie de carretera, preferentemente en las salidas de la vía de interés, y una vez que el usuario haya transitado el camino en estudio. Esto ayuda a obtener la información de manera inmediata, y reflejar mejor la experiencia por la que ha pasado el usuario. Aun cuando sería deseable obtener la información de manera continua durante un largo plazo, es recomendable aplicar la encuesta durante al menos una o dos semanas, considerando distintos horarios que abarquen los tres turnos. De esta forma se podrá captar la opinión de una mayor variedad de usuarios.

Entre el público a encuestar se necesita incluir tanto automovilistas como operadores de transporte de pasajeros, y de carga privada y comercial grandes y pequeños. La percepción de los distintos grupos tiende a ser radicalmente distinta sobre todo en aspectos de seguridad; estado de conservación de pavimentos; y servicios para los usuarios. También es recomendable entrevistar a los administradores de compañías transportistas de carga y de pasajeros. Estos últimos recogerán los comentarios de su personal de operación, y conservarán información relacionada con aspectos que afectan directamente la operación de la empresa, como pueden ser retrasos, accidentes, sitios de mantenimiento, costos de operación, etc.

Convendrá también recabar información proveniente de las organizaciones de automovilistas o transportistas de carga y de pasajeros. Asociaciones como la Cámara Nacional de Autotransporte de Carga (Canacar); la Asociación Nacional de Transporte Privado (ANTP); y la Confederación Nacional de Transportistas Mexicanos (Conatram) deberán formar parte de los usuarios a considerar. Estas organizaciones pueden servir también como receptoras de información durante los periodos distintos a los del levantamiento de la encuesta, así como ayudar a promover la captura de la información.

Un punto importante a identificar en el público es su frecuencia de uso de la carretera o tramo carretero en estudio. Usuarios frecuentes revelarán problemas recurrentes y no sólo aquellos que afectan por un tiempo limitado la operación de la carretera, es decir que sólo reflejan las condiciones que prevalecen durante el tiempo del levantamiento de la encuesta. Por lo anterior, toda encuesta utilizada con este fin deberá contener una pregunta en donde se señale la frecuencia de

uso de la carretera, e incluso plantearse la posibilidad de aplicar encuestas distintas dependiendo de la frecuencia de uso del camino en estudio.

Ya que a diversos motivos de viaje y grupos de edad podrán corresponder distintas necesidades, también es importante captar el motivo del viaje y el grupo de edad para todo usuario. Contar con esa información desagregada, permitirá un análisis más preciso de la misma para diferentes grupos de conductores.

### **3.3 Evaluación de los expertos**

La evaluación de los usuarios estará basada sólo en el nivel de satisfacción de los mismos respecto al servicio prestado por la carretera. Es decir, se logrará una evaluación de tipo cualitativo con un carácter subjetivo, pero sin llegar a considerar aspectos de tipo cuantitativo. Por lo anterior, será básica la participación de expertos para lograr una evaluación más objetiva respecto a la condición de la operación de la vía en estudio. Estos últimos medirán aspectos en los que se desee una evaluación más precisa de la característica a considerar.

Con la participación de expertos en la evaluación de los servicios prestados por un concesionario de una carretera, no se busca eliminar la evaluación de aspectos puramente técnicos, como el estado estructural del pavimento, y que pudieran ser requeridos por la autoridad reguladora o por el propio concesionario. La contribución de expertos es más bien un complemento a la información proporcionada por los usuarios de la carretera, sirviendo su labor como una fuente adicional que ayudará a cuantificar los aspectos críticos a resolver para lograr una mayor satisfacción de los demandantes de servicio.

Se deberá buscar que la calificación de los expertos sea lo más objetiva posible, buscando la uniformidad en los criterios que utilicen para evaluar la carretera en estudio, y que ésta se realice en el mismo periodo en el que se lleve a cabo la encuesta a los usuarios. Para lograr la uniformidad en los criterios de evaluación, habrá que definirlos previamente, e informarlos a los expertos. Es conveniente que el panel de expertos quede integrado por no más de cinco especialistas en las áreas de pavimentos, puentes y drenaje. Algunos de los temas a evaluar por los expertos podrán calificarse desde un vehículo en movimiento, lo cual agilizará la evaluación; otras características requerirán una inspección detallada.

### **3.4 Aspectos a evaluar por los usuarios y por los expertos**

Una vez que se ha descrito a los actores que participarán en la evaluación de las carreteras concesionadas, en las tablas 3.1 a 3.13 se señalan los aspectos que cada uno de los grupos de actores deberán valorar.

**Tabla 3.1**

**Grupo de calzada. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| <b>Grupo</b>                              | <b>Aspectos a evaluar</b>  | <b>Usuarios</b> | <b>Expertos</b> |
|---|--|-----------------|-----------------|
| Calzada                                   | Ancho de calzada   | X               | X               |
|   | Ancho de acotamientos  | X               | X               |
|   | Estado de la superficie de los acotamientos  | X               | X               |
|   | Número de carriles   | X               |                 |
|   | Ancho de carriles  | X               | X               |
|   | Drenaje de la calzada  | X               | X               |
|   | Estado de conservación de los dispositivos de drenaje (cunetas, contracunetas, alcantarillas, etc) |                 | X               |
|   | Presencia de escalones al final de la superficie pavimentada                                       | X               | X               |
|   | Estado de conservación de las barreras   | X               | X               |
|   | Integridad física de las barreras  |                 | X               |
| Disponibilidad de teléfonos de emergencia | X  |                 |                 |



**Tabla 3.2**  
**Grupo de diseño geométrico. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| <b>Grupo</b>      | <b>Aspectos a evaluar</b> | <b>Usuarios</b> | <b>Expertos</b> |
|-------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Diseño geométrico | Alineamiento horizontal   | X               |                 |
|                   | Alineamiento vertical     | X               |                 |
|                   | Sobre-elevación en curvas | X               |                 |
|                   | Seguridad                 | X               |                 |
|                   | Drenaje                   | X               |                 |
|                   | Rampas de acceso          | X               |                 |
|                   | Rampas de salida          | X               |                 |

**Tabla 3.3**  
**Grupo de pavimento. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| <b>Grupo</b> | <b>Aspectos a evaluar</b> | <b>Usuarios</b> | <b>Expertos</b> |
|--------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Pavimento    | Rugosidad                 | X               | X               |
|              | Existencia de grietas     | X               | X               |
|              | Existencia de roderas     | X               | X               |
|              | Existencia de baches      | X               | X               |

**Tabla 3.4**  
**Grupo de paraderos. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo     | Aspectos a evaluar                       | Usuarios | Expertos |
|-----------|--|----------|----------|
| Paraderos | Servicios de comunicación en el paradero | X        |          |
|           | Servicios de agua potable en el paradero | X        |          |
|           | Limpieza del paradero                    | X        |          |
|           | Iluminación del paradero                 | X        |          |
|           | Seguridad del paradero                   | X        |          |

**Tabla 3.5**  
**Grupo de vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                                       | Aspectos a evaluar                                   | Usuarios | Expertos |
|---|--|----------|----------|
| Vegetación, limpieza, drenaje y visibilidad | Existencia de vegetación junto a la carretera        | X        | X        |
|   | Presencia de basura                                  | X        | X        |
|   | Presencia de aceite u otros contaminantes derramados | X        | X        |

**Tabla 3.6**  
**Grupo de puentes, distribuidores y túneles. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                             | Aspectos a evaluar                                    | Usuarios | Expertos |
|-----------------------------------|---|----------|----------|
| Puentes, distribuidores y túneles | Estado de conservación de los dispositivos de drenaje |          | X        |
|                                   | Estado de conservación de las barreras                | X        | X        |
|                                   | Integridad física de las barreras                     |          | X        |

**Tabla 3.7**  
**Grupo de señalamiento. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo        | Aspectos a evaluar                        | Usuarios | Expertos |
|--------------|---|----------|----------|
| Señalamiento | Existencia de señalamiento vertical       | X        | X        |
|              | Existencia de señalamiento horizontal     | X        | X        |
|              | Estado físico de las señales verticales   | X        | X        |
|              | Estado físico del señalamiento horizontal | X        | X        |
|              | Claridad del señalamiento                 | X        | X        |
|              | Pertinencia del señalamiento              | X        | X        |
|              | Ubicación del señalamiento                | X        | X        |

**Tabla 3.8**  
**Grupo de servicios de ITS. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo            | Aspectos a evaluar  | Usuarios | Expertos |
|------------------|---|----------|----------|
| Servicios de ITS | Presencia de señales de mensajes variables                        | X        | X        |
|                  | Oportunidad de los mensajes desplegados                           | X        | X        |
|                  | Información de servicios al viajero en la ruta utilizada          | X        | X        |
|                  | Advertencia de condiciones meteorológicas                         | X        | X        |
|                  | Disponibilidad de sistemas automáticos de detección de incidentes |          | X        |

**Tabla 3.9**  
**Grupo de condiciones del tránsito. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                    | Aspectos a evaluar                               | Usuarios | Expertos |
|--------------------------|--|----------|----------|
| Condiciones del tránsito | Ocurrencia de congestionamientos                 | X        | X        |
|                          | Presencia de vehículos sobrecargados             | X        | X        |
|                          | Retrasos   | X        |          |
|                          | Presencia de vehículos con dimensiones excesivas | X        | X        |
|                          | Nivel de servicio de la carretera                |          | X        |
|                          | Flujos de tránsito                               | X        | X        |
|                          | Presencia de ciclistas, peatones o ganado        | X        |          |

**Tabla 3.10**  
**Grupo de trabajos de mantenimiento. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                     | Aspectos a evaluar                             | Usuarios | Expertos |
|---------------------------|--|----------|----------|
| Trabajos de mantenimiento | Ocurrencia de trabajos de construcción         | X        | X        |
|                           | Señalamiento adecuado en zonas de construcción | X        | X        |
|                           | Longitud de zonas de construcción              | X        | X        |

**Tabla 3.11**  
**Grupo de servicios para el usuario. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                     | Aspectos a evaluar                      | Usuarios | Expertos |
|---------------------------|---|----------|----------|
| Servicios para el usuario | Existencia y suficiencia de gasolineras | X        | X        |
|                           | Existencia de servicios de alimentación | X        |          |
|                           | Existencia de servicios sanitarios      | X        |          |
|                           | Existencia de áreas de descanso         | X        | X        |

**Tabla 3.12**  
**Grupo de servicios de emergencia. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo                   | Aspectos a evaluar                           | Usuarios | Expertos |
|-------------------------|--|----------|----------|
| Servicios de emergencia | Presencia de patrullas de auxilio vial       | X        |          |
|                         | Presencia de servicios médicos de emergencia | X        |          |
|                         | Presencia de servicios de arrastre           | X        |          |

**Tabla 3.13**  
**Grupo de vigilancia. Características a evaluar por usuarios y expertos**

| Grupo      | Aspectos a evaluar                    | Usuarios | Expertos |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|
| Vigilancia | Presencia de corporaciones de policía | X        |          |
|            | Existencia de dispositivos de radar   | X        |          |

Es conveniente considerar incluir en la encuesta preguntas abiertas en las que los usuarios aclaren los motivos por los que pudieran mostrarse insatisfechos respecto a algunas de las características evaluadas, señalando cuáles serían para ellos las condiciones ideales de la característica considerada. De esa forma será factible identificar problemas específicos que afecten la percepción de los usuarios respecto a la carretera. También puede resultar conveniente solicitar su opinión en cuanto a cuáles serían los servicios o aspectos a incorporar, con carácter prioritario, en la carretera a fin de contar con un mejor servicio.

### **3.5 Tamaño de muestra necesario**

El número de encuestas a aplicar tendrá que ser determinado de manera estadística, fijando el error y la confiabilidad deseados. La población a considerar será el número de conductores que usan la carretera bajo estudio. Este último dato puede obtenerse de los aforos que para otros fines se realicen en la misma carretera.

A manera de ejemplo y como una base general para estimar el costo que tendría llevar a cabo una encuesta de este tipo, la siguiente tabla señala el tamaño de muestra necesario para que con un nivel de confiabilidad del 95%, en una carretera por la que circulan 3, 000,000 de vehículos anualmente, se obtenga la información con los errores indicados. Una vez claculado el costo unitario por encuesta, se podrá obtener el costo total del levantamiento de la información

**Tabla 3.14**  
**Número de encuestas necesario para lograr el margen de error deseado de acuerdo con un nivel de confianza del 95% en una población de 3,000,000 de automóviles**

| <b>Margen de error<br/>(Intervalo de<br/>confianza del 95%)</b> | <b>Tamaño de la<br/>muestra</b> |
|---|---------------------------------|
| ± 1.0   | 9500                            |
| ± 1.5   | 4250                            |
| ± 2.0   | 2400                            |
| ± 2.5   | 1530                            |
| ± 3.0   | 1070                            |
| ± 3.5   | 785                             |
| ± 4.0   | 600                             |
| ± 4.5   | 475                             |
| ± 5.0   | 384                             |





## 4. Propuesta de marco para la evaluación de los esquemas PPS aplicados a carreteras

---

En este capítulo se presenta una propuesta teórica para combinar las evaluaciones de los usuarios y de los expertos, a fin de calificar el desempeño de un proveedor en un esquema PPS aplicado a las carreteras mexicanas.

### 4.1 Introducción

Una vez que se cuente con las evaluaciones de los distintos grupos de usuarios y de los expertos respecto a la carretera bajo estudio, es necesario combinar ambas evaluaciones. Es aquí en donde radica la dificultad principal para determinar un índice de calificación único con el que se puedan ordenar los tramos carreteros y las concesiones.

Para llevar a cabo la combinación de las calificaciones de los usuarios y expertos, se propone un modelo de tipo aditivo lineal, el cual se presenta en la siguiente sección. El modelo combina cada una de las calificaciones asignadas por los usuarios y los expertos a las características consideradas en la vía bajo estudio, multiplicándolas por un ponderador previamente establecido. Este ponderador definirá la importancia que el evaluador del camino asigna a cada uno de los componentes contemplados en la evaluación. De la misma forma se utilizan ponderadores para definir la importancia de los distintos grupos de características considerados, y de la opinión de los usuarios y de los expertos.

El evaluador de la vía bajo estudio deberá también contar con o definir las calificaciones aprobatorias para los distintos tramos y para la carretera en su conjunto. Estas calificaciones aprobatorias pueden ser acordes a un peritaje general para las carreteras en México, o pueden estar definidas exclusivamente para los esquemas PPS aplicados a este tipo de vías.

### 4.2 Estructura y formulación del modelo de evaluación

El modelo propuesto para evaluar un tramo de la carretera bajo estudio será entonces:

$$\text{Calificación}_{\text{tramo } k} = P_u \sum_{j=1}^n G_{uj} \sum_{i=1}^{m_j} P_{uij} x_{uij} + P_e \sum_{j=1}^n G_{ej} \sum_{i=1}^{m_j} P_{eij} x_{eij}$$

Donde:

$P_u$  = peso relativo que se da a los usuarios en la evaluación de la carretera

$P_e$  = peso relativo que se da a los expertos en la evaluación de la carretera

Por conveniencia, se recomienda que  $P_u + P_e = 1$

$G_{uj}$  = importancia que los usuarios dan al grupo de aspectos  $j$

$G_{ej}$  = importancia que los expertos dan al grupo de aspectos  $j$

Por conveniencia, se recomienda que  $\sum_{j=1}^n G_{uj} = 1$  , y  $\sum_{j=1}^n G_{ej} = 1$

$p_{uij}$  = importancia para los usuarios de la característica  $i$  en relación con otras características del grupo de aspectos  $j$

$p_{eij}$  = importancia para los expertos de la característica  $i$  en relación con otras características del grupo de aspectos  $j$

Por conveniencia, se recomienda que  $\sum_{i=1}^{m_j} p_{uij} = 1$  , y  $\sum_{i=1}^{m_j} p_{eij} = 1$

$x_{uij}$  = evaluación de los usuarios respecto a la característica  $i$  del grupo de aspectos  $j$

$x_{eij}$  = evaluación de los expertos respecto a la característica  $i$  del grupo de aspectos  $j$

$n$  = número de grupos de aspectos considerados

$m_j$  = número de características consideradas para el grupo de aspectos  $j$

Para medir tanto  $x_{uij}$  como  $x_{eij}$ , se recomienda una escala de calificación numérica entera del 1 al 5. El 1 representaría una condición muy desfavorable en la opinión de los usuarios y de los expertos; el 2 una condición desfavorable; el 3 una condición neutral; el 4 una condición favorable; y el 5 una condición muy favorable para los evaluadores. La ventaja de usar una escala como la propuesta es que facilita el análisis de la información y su posterior combinación por parte del equipo encargado de realizar el trabajo de gabinete necesario para obtener los resultados finales.

Una vez que se cuente con la evaluación para cada tramo de la carretera bajo estudio, la calificación de la carretera en su conjunto estará definida por:

$$\text{Calificación}_{\text{carretera}} = \sum_{k=1}^l (P_{\text{tramo } k} \bullet \text{Calificación}_{\text{tramo } k})$$

En donde:

$P_{\text{tramo } k}$  = peso del tramo  $k$  en la evaluación.

El peso del tramo  $K$  en la evaluación será directamente proporcional a la longitud del tramo y a su tránsito promedio diario, además:

$l$  = número de tramos en los que se divida la carretera bajo estudio.

Si bien con el modelo propuesto puede obtenerse una evaluación global de los distintos tramos y de la carretera bajo estudio, el modelo, con las modificaciones correspondientes, también se emplearía para evaluar una característica en particular o grupo de características de una carretera. Una posible extensión del modelo podría servir para tasar todas las carreteras concesionadas a una empresa en particular y por tanto, obtener una calificación de la empresa. Esta puntuación de la empresa podría utilizarse como un criterio para la asignación de nuevas concesiones.

Es importante remarcar que el evaluador deberá tener cuidado de utilizar adecuadamente una evaluación con esta clase de modelo. Una calificación global aprobatoria para una carretera o para un tramo, no necesariamente significará que todas sus características se encuentren en buen estado. De así hacerlo, el evaluador estará ignorando aspectos del servicio de la carretera que pudieran ser críticos, como podría ser malas condiciones en la superficie de rodamiento.



## 5. Conclusiones

---

En este reporte se presenta el desarrollo de un marco conceptual que sirve para la evaluación de esquemas PPS aplicados a carreteras. Con las modificaciones correspondientes, un esquema similar puede emplearse en otras aplicaciones de los esquemas PPS por ejemplo en servicios educativos o de salud, áreas en las que ya se están utilizando los esquemas PPS en México.

El modelo propuesto identifica tanto los distintos rubros a evaluar como quiénes serían los actores encargados de la evaluación. Se describe con detalle qué aspectos corresponderían a cada grupo de evaluadores.

Del desarrollo de este trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

A fin de identificar sus ventajas y corregir sus desventajas, el modelo desarrollado hasta ahora a nivel teórico, requiere su aplicación en un caso real. Aun cuando la aplicación sea en un programa piloto, se puede obtener información que sirva para corregirlo y aplicarlo en una escala mayor.

Aun cuando el levantamiento de la información de las carreteras en estudio para determinar el grado de satisfacción de los usuarios y la evaluación de los expertos, puede significar un costo adicional; éste se justifica por el hecho de que, con la información obtenida, se conseguiría un mejor servicio para los usuarios. Además de identificarse aspectos que afecten la operación de la carretera, que en una evaluación simplificada como la actual, se dejan de considerar.

El modelo propuesto servirá para una evaluación más amplia de los esquemas PPS en carreteras de México. Con su aplicación se busca contar con información acerca de aspectos específicos así como una evaluación general de la vía bajo estudio. La evaluación de la concesión estará basada en la experiencia de los usuarios y de los expertos calificadoros de manera individual o de forma combinada.

El modelo desarrollado es de carácter estático, pero puede obtenerse información en distintos periodos de forma tal que resultaría factible describir la evolución del tramo carretero o ruta bajo estudio. Sin embargo, si se desea desarrollar un modelo dinámico habrá que contar con información continua, lo cual con los métodos actuales para la recolección de la información de interés tienden a ser muy costosos.

La información respecto a algunas de las peculiaridades de interés puede alcanzarse de manera continua a un costo relativamente bajo. En particular aquellas del grupo de condiciones del tránsito se capturarían mediante el uso de dispositivos de los ITS. La información así obtenida podría sustituir algunos aspectos del peritaje de los usuarios y de los expertos. Sin embargo, buena parte de la información sólo podrá obtenerse con el uso de entrevistas directas.

Habrá que incluir en las futuras licitaciones de carreteras, bajo el esquema PPS un apartado que describa los procedimientos de evaluación de la percepción de los usuarios respecto al servicio prestado por el concesionario, señalando quién será el encargado de realizar la evaluación y quién asumirá los costos. De esta forma se contará con el instrumento legal que se requiere para solicitar la evaluación deseada.

Es conveniente establecer un proceso iterativo, realizando encuestas con cierta frecuencia, a fin de mejorar el instrumento de evaluación utilizado y la calidad de la información obtenida. Este ejercicio será de verdadero interés tanto para el concesionario como para la autoridad responsable, ya que podrá obtenerse información actualizada.

La información conseguida mediante encuestas puede segmentarse y así distinguir la percepción por grupos de conductores o delimitaciones demográficas, como pueden ser edad o género. Al contar con la información segmentada se vuelve factible atender necesidades de los distintos grupos objetivo identificados.

## 6. Referencias bibliográficas

---

- Acha, Daza, J; Moore, R. y Mahmassani, H. S. (1993). "Assessment of Congestion Pricing for Reducing Urban Congestion and Improving Air Quality". Research report; 1321-1F. Austin, Texas. Center for Transportation Research. University of Texas at Austin
- Agencia Reguladora de Transporte do Estado de Sao Paulo (2006). "Pesquisa de satisfacao dos usuarios com os servicios das rodavias concedidas e com as empresas concessionarias no Estado de Sao Paulo". Sao Paulo, Brasil, 2006. [http://www.artesp.sp.gov.br/biblioteca/biblio\\_pesq\\_satisfacao.asp#](http://www.artesp.sp.gov.br/biblioteca/biblio_pesq_satisfacao.asp#) Consultado en mayo de 2007
- BANOBRAS (2006). "Proyectos de Prestación de Servicios (PPS) en México". [www.banobras.gob.mx/BANOBRAS/CasosdeexitoRevistayEventos/Revista/4toTrim2006/pps.htm](http://www.banobras.gob.mx/BANOBRAS/CasosdeexitoRevistayEventos/Revista/4toTrim2006/pps.htm) - 69k - Consultado en mayo de 2007
- Conference of European Directors of Roads. (2004). "European Road Users' Survey 2004"  
[www.cedr.fr/home/fileadmin/user\\_upload/Publications/2005/European\\_Road\\_User\\_Survey\\_2004\\_CEDR.pdf](http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2005/European_Road_User_Survey_2004_CEDR.pdf). Consultado en mayo de 2007
- Cybis, Betella H.B.; Reis Guzen, E.; Lindau, L.A.; Duarte Riberiro, J. L.; Dutra Michel, F. (2006), "Model to evaluate roadway concessions in Brazil". Transportation Research Record No. 1948. Washington, D.C.
- Department of Transportation and Public Works (2002). "Customer Satisfaction Survey Provincial Highway System". Halifax, Nova Scotia, Canadá, 2002. [gov.ns.ca/tran/Publications/HighlightsNovaScotia2002.pdf](http://gov.ns.ca/tran/Publications/HighlightsNovaScotia2002.pdf). Consultado en mayo de 2007
- Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. (2002). "Resultado da Pesquisa de Índice de Imagem". Porto Alegre, Brazil, 2002. [www.daer.rs.gov.br/imagem\\_ago\\_02.pdf](http://www.daer.rs.gov.br/imagem_ago_02.pdf). Consultado en mayo de 2007
- Highways Agency( 2002) . Road Users' Satisfaction Survey 2002. [www.highways.gov.uk/aboutus/774.aspx](http://www.highways.gov.uk/aboutus/774.aspx) - 28k. Consultada en mayo de 2007
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2007). "Proyectos de prestación de servicios en carreteras."  
[adminsitos.sct.gob.mx:8090/uac/fileadmin/espanol/presentaciones/pps.pdf](http://adminsitos.sct.gob.mx:8090/uac/fileadmin/espanol/presentaciones/pps.pdf). Consultado en mayo de 2007
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2007). "Proyectos para prestación de servicios". [www.pps.sse.gob.mx/html/preguntas\\_frecuentes.html](http://www.pps.sse.gob.mx/html/preguntas_frecuentes.html) - 32k. Consultado en mayo de 2007.

Transit New Zealand's (2003). "State Highway User Survey." Wellington, New Zealand. [www.transit.govt.nz/content\\_files/news/Publication29\\_PDFFile.pdf](http://www.transit.govt.nz/content_files/news/Publication29_PDFFile.pdf). Consultada en mayo de 2007.

Upper Great Plains Transportation Institute (2003). "An assessment of Regional Road User Needs in Three Rural States". Bismarck, N.D. <http://www.mountain-plains.org/pubs/html/mpc-03-140/> . Consultado en mayo de 2007



**CIUDAD DE MÉXICO**

Av. Nuevo León 210  
Col. Hipódromo Condesa  
CP 06100, México, D F  
Tel +52 (55) 52 653600  
Fax +52 (55) 52 653600

**SANFANDILA**

Carretera Querétaro-Galindo km 12+000  
CP 76700, Sanfandila  
Pedro Escobedo, Querétaro, México  
Tel +52 (442) 216 9777  
Fax +52 (442) 216 9671

[www.imt.mx](http://www.imt.mx)  
[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)