

ISSN 0188-7297



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE



Certificación ISO 9001:2008 ‡

Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota

Alberto Mendoza Díaz
Emilio Abarca Pérez
María Guadalupe Saucedo Rojas

Publicación Técnica No. 353
Sanfandila, Qro. 2011

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Prácticas para evaluar la calidad de
infraestructura carretera de cuota**

Publicación Técnica No. 353
Sanfandila, Qro, 2011

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), por Alberto Mendoza Díaz, Emilio Abarca Pérez y María Guadalupe Saucedo Rojas.

Se agradece la colaboración de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) y, por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de la Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC) y la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST).

Índice

| | |
|---|-----|
| Resumen | v |
| Abstract | vii |
| Resumen Ejecutivo | ix |
| Capítulo 1. Introducción | 1 |
| 1.1 Objetivo | 1 |
| 1.2 Alcances | 1 |
| 1.3 Metodología | 1 |
| 1.4 Actividades | 2 |
| 1.5 Beneficios esperados | 2 |
| 1.6 Aspectos introductorios relevantes | 3 |
| Capítulo 2. Antecedentes | 10 |
| 2.1 Metodologías Internacionales | 10 |
| 2.2 Metodología Nacional | 14 |
| Capítulo 3. Entrevista con funcionarios | 21 |
| 3.1 CAPUFE | 21 |
| 3.2 Dirección General de Desarrollo Carretero | 27 |
| 3.3 Dirección General de Servicios Técnicos | 28 |
| Capítulo 4. Evaluación de los ejes troncales considerados | 31 |
| 4.1 Índices de Siniestralidad | 31 |
| 4.2 Índice de Rugosidad Internacional | 33 |
| 4.3 Profundidad de Rodera | 37 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 4.4 | Calificación de la Corona | 37 |
| 4.5 | Calificación del Drenaje | 42 |
| 4.6 | Calificación del Derecho de Vía | 42 |
| 4.7 | Calificación del Señalamiento Vertical | 42 |
| 4.8 | Calificación del Señalamiento Horizontal | 49 |
| 4.9 | Congestión | 49 |
| 4.10 | Encuestas de Calidad a Usuarios | 49 |
| Capítulo 5. | Conclusiones y recomendaciones | 54 |
| | Referencias | 57 |
| | Anexo A | 61 |

Resumen

El presente trabajo de investigación da a conocer un estudio comparativo internacional sobre las mejores prácticas en materia de evaluación de la calidad ofrecida por la infraestructura de carreteras de cuota, en México y algunos países de interés. Primeramente se identifican los criterios de evaluación de países como Canadá, España, Colombia, Chile, entre otros, seguido de los criterios de evaluación utilizados en México. Los principales elementos evaluados son: índices de siniestralidad (accidentalidad, mortalidad y morbilidad), índice de rugosidad internacional (IRI), profundidad de rodera (PR), calificación de la corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal, y la calificación de los usuarios a través de encuestas de servicio. Dichos criterios se aplican posteriormente a las condiciones particulares de algunas carreteras mexicanas de cuota importantes, centrándose en tres ejes principales: México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco. La comparativa de criterios hizo posible evaluar las condiciones de calidad de dichos ejes desde la perspectiva nacional e internacional, permitiendo generar las recomendaciones pertinentes.

Abstract

This research study presents an international comparative study of best practices on evaluation of the quality offered by toll roads, in Mexico and some countries of interest. First, the evaluation criteria used in countries like Canada, Spain, Colombia, Chile, among others, are presented, as well as the evaluation criteria used in Mexico. The main elements considered are: accident rates (accidents, mortality and morbidity), international roughness index (IRI), rut depth (RD), rating of the roadway, drainage, right of way, vertical and horizontal signals, and the quality surveys applied to the users. These criteria were applied to the particular conditions of the some important Mexican toll roads, focusing on the three main corridors: Mexico-Irapuato, Mexico-Veracruz and Mexico-Acapulco. The criteria comparison makes it possible to evaluate the quality conditions of these corridors from a national and an international perspective, allowing recommendations to be generated.

Resumen ejecutivo

El presente reporte presenta un estudio comparativo internacional en materia de evaluación de la calidad ofrecida por la infraestructura de carreteras de cuota con el objetivo que Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) cuente con información sobre las mejores prácticas sobre estos métodos de evaluación de la calidad. El alcance del estudio consistió en identificar las mejores prácticas en materia de infraestructura carretera de cuota así como los indicadores de desempeño utilizados a nivel mundial para este tipo de carreteras, aplicándolos a las condiciones particulares de las carreteras de CAPUFE y generar las recomendaciones pertinentes. El análisis comparativo se realizó en relación con Canadá, España, Colombia, Chile, entre otros, centrándose la evaluación en los tres ejes troncales principales que opera CAPUFE: México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco.

De la metodología internacional recomendada para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota se tiene el caso de España contenida en la Referencia 1. En ésta, se propone evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura considerando: (I) su estado de conservación, (II) su seguridad vial, y (III) la calidad del flujo y los servicios suministrados. Cada uno de estos aspectos se evalúa a través de índices, para los cuales existen valores de referencia o límites.

En el caso particular del estado de conservación de la infraestructura, los criterios principales considerados son:

- Que durante el período de concesión, se cumpla que el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) sea < 2 m/km en al menos 90% de la longitud sometida a inspección.
- Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) sea > 0.45 en 100% de la longitud sometida a inspección; o que el CRT sea > 0.5 en 90% de la longitud sometida a inspección.

En el caso de la seguridad vial, el criterio principal considerado es:

- Que al menos en un 90% de los años del periodo de concesión, los índices de accidentalidad y de mortalidad en la autopista sean inferiores al 90% de la media de las autopistas de peaje en España con una Intensidad Media Diaria (IMD) similar a $\pm 5,000$ vehículos/día.

En el caso de la calidad del flujo, el criterio principal considerado es:

- Que el indicador anual de congestión I_i de la vía sea inferior a 100, al menos en un 90% de los años que dure la concesión.

Para el caso del cobro de peaje en casetas, el criterio principal considerado es:

- Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el tiempo medio ponderado de espera en cola sea inferior a 15 segundos.

Para el servicio en general suministrado al usuario, el criterio principal considerado es:

- Que al menos en un 90% de los años que dure la concesión, el índice de calidad de servicio evaluado mediante encuesta por el usuario sea superior a 80 puntos (sobre una escala de 0 a 100).

En otras metodologías también se evalúan los taludes utilizando como medida la longitud de ellos, por tipo, con problemas (desprendimientos, arrastres, etc.), así como las cunetas (en las que los problemas más comunes son las roturas y los azolvamientos), las vallas de control de acceso, alcantarillas, etc.

En México existen cinco índices o variables principales para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota: (I) Estado Físico, (II) Índice de Rugosidad Internacional (IRI), (III) Profundidad de la Roderas (PR), (IV) Nivel de Servicio y (V) Resistencia a la Fricción.

- I. Para evaluar el estado físico de las carreteras en México se utiliza el Índice de Servicio Actual (ISA). El índice o nivel de servicio actual consiste en calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación y lo realiza un grupo o panel de evaluadores. Cada evaluador debe calificar el camino de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5 de cada uno de los elementos de la autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal. La calificación total de la autopista se encuentra en un rango de 0 a 500, en la que el valor mínimo aceptable es de 400 puntos para un tramo de 10 km-sentido.
- II. El Índice de Rugosidad Internacional, mejor conocido como IRI, fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estático de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. En México, el IRI se utiliza para conocer el estado de conservación de la red carretera en la que el valor mínimo aceptable es de 2.81 m/km por kilómetro-carril.
- III. La Profundidad de las Roderas es una deformación en el pavimento que presentan las huellas del tránsito. El valor mínimo aceptable es de 10 mm por tramos de 20 m-carril.
- IV. Se entiende por capacidad al número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de

recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación. Para conocer la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de autopista, se consideran las condiciones establecidas por las características físicas del camino y las condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular en cuanto a su magnitud y tipo de vehículos. En la práctica se manejan seis niveles de servicio, del A al F, para identificar las condiciones de operación de un camino, el NIVEL DE SERVICIO "A" es el mejor y el NIVEL DE SERVICIO "F" es el más inconveniente, siendo el NIVEL DE SERVICIO "E" el que marca la capacidad de la vía.

- V. Con el objeto de que la superficie de rodamiento presente condiciones seguras para los usuarios, tanto en situación seca como en presencia de una película de agua, el valor de la característica de la resistencia de fricción, medido con equipo mu-meter a 75 km/hr, en condiciones de presencia de película de agua, tanto para pavimentos flexibles como rígidos, no deberá ser inferior a 0.6.

Con el fin de identificar los parámetros que son calificados en los informes de evaluación de las carreteras de cuota que opera CAPUFE se realizaron entrevistas a funcionarios de la Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC) y de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT para identificar los procesos de evaluación de dichas carreteras y obtener la información necesaria para realizar la evaluación de los ejes troncales considerados.

De CAPUFE se obtuvieron las bases de datos de todos los accidentes registrados por los servicios médicos para todas las carreteras de cuota operadas por ese organismo, para los años 2008, 2009 y 2010, incluyendo: fecha del accidente, ubicación del mismo según su kilometraje, con un decimal de precisión y para cada sentido o cuerpo carretero; tipo del accidente (choque de frente, choque por alcance, salida del camino, etc.), y número resultante de muertos así como de lesionados. También se proporcionó lo referente a encuestas de calidad aplicadas a los usuarios, mediante un documento en el cual se presenta una evaluación de la satisfacción de los usuarios de las autopistas de CAPUFE.

La información obtenida, a través de la entrevista con funcionarios de DGDC, fue un disco compacto con la información ya depurada, de los indicadores: IRI, PR y Calificación de la Corona; además, esta información ya se encontraba distribuida por eje troncal y era la correspondiente a cada uno de los tres considerados en este trabajo.

A través de la entrevista con funcionarios de la DGST, la información consistió en archivos que contiene información de los Datos Viales, Capacidad y la Calificación de la Corona; sin embargo, de esta información proporcionada sólo se empleó lo referente a Datos Viales, ya que en cuestión de la Capacidad únicamente venían datos para las carreteras libres y para el caso del presente

proyecto se necesita la capacidad de las carreteras de cuota, y en cuanto a la calificación de la corona se hizo uso de la información proporcionada por DGDC, ya que ésta venía depurada y además venía sólo la información de los ejes troncales considerados en el proyecto.

Como resultado de evaluación realizada con la información disponible, se señala que en términos de mortalidad por accidentes viales y de siniestralidad vial en general, las medidas para mejorar los índices correspondientes deben reforzarse en prácticamente todos los tramos de los tres corredores considerados. En relación con la calidad de rodamiento (Índice Internacional de Rugosidad o IRI), 50% de la longitud de los tres corredores considerados cumplió con el criterio español ($IRI < 2$). En términos de la profundidad de rodera, esto prácticamente no es un problema ni en relación con criterios internacionales ni nacionales. En términos de drenaje, derecho de vía, y señalamiento horizontal y vertical, la información obtenida señala que hay un margen muy amplio para la realización de acciones enfocadas a mejorar substancialmente estos aspectos. En términos de calidad del flujo vehicular, esto prácticamente no es un problema para condiciones promedio imperantes en los tramos de los tres corredores, sin embargo, en ciertos segmentos de ciertos tramos y durante periodos particulares (vacaciones, ocurrencia de percances, etc.), pueden presentarse niveles de servicio cercanos a la inestabilidad. Además, ante una demanda que es nutrida y creciente en los corredores considerados, deberá estarse atento a los requerimientos de ampliación de la capacidad de los tramos. En relación con la opinión de los usuarios, un tiempo de espera en cola en las casetas de cobro de menos de 2 minutos es adecuado en más de 95% de los casos. Por lo tanto, deberá buscarse el cumplimiento de este estándar en todo momento.

1 Introducción

Las carreteras de cuota, que forman parte del Sistema Carretero Nacional, son aquéllas que comprenden dos, cuatro o más carriles, faja separadora de sentidos de circulación, curvas y pendientes suaves, mismas que ofrecen al usuario ventajas en tiempos de recorrido y una mayor seguridad, y en las cuales el usuario paga una cuota de peaje por transitar en ellas.

Se realiza este estudio, dado el interés que tiene Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) de proveer servicios de calidad a los usuarios de las carreteras de cuota que opera.

1.1 Objetivo

El objetivo principal del proyecto es el siguiente:

Realizar un estudio comparativo internacional a fin de que Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) cuente con información sobre las mejores prácticas en materia de infraestructura carretera de cuota.

1.2 Alcances

Identificar las mejores prácticas en materia de infraestructura carretera de cuota así como los indicadores de desempeño utilizados a nivel mundial para este tipo de carreteras, aplicándolos a las condiciones particulares de las carreteras de CAPUFE y generar las recomendaciones pertinentes.

El análisis comparativo se realiza en relación con EEUU y Canadá (países que son los socios comerciales de México en el TLCAN), España, así como con un país latinoamericano de nivel económico similar al de México (p. ej. Argentina, Chile, Brasil, etc.). Se centra en los tres ejes troncales principales que opera CAPUFE: México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco.

1.3 Metodología

Consta de los siguientes pasos:

1. Recopilación de antecedentes. Consiste en la recopilación de toda la información existente que se considera relevante para el desarrollo del trabajo y en una revisión bibliográfica sobre la temática a nivel nacional e internacional, identificando mejores prácticas, indicadores de desempeño, entre otros.
2. Entrevista con funcionarios de la Dirección de Desarrollo Carretero de la SCT a fin de identificar los parámetros que son calificados en los informes

de evaluación de las carreteras de cuota que opera CAPUFE, y de la Dirección de Servicios Técnicos de la SCT para identificar los procesos de evaluación de dichas carreteras.

3. Evaluación de los ejes troncales considerados (México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco. De acuerdo a la experiencia internacional, los criterios de calidad evaluados corresponden, entre otros, a: i) seguridad vial, comparación de los índices de accidentalidad y peligrosidad en la carretera con los de carreteras de similar intensidad de tránsito; b) congestión, ponderación en horas con distintos niveles de tránsito y la espera en colas medida en valor medio de espera de los vehículos en las casetas de cobro; c) estado de pavimento (IRI); y d) índice de calidad de servicio evaluado por el usuario. También se toman en cuenta los sistemas inteligentes de transporte (ITS) utilizados, como el sistema de telepaje, el número de emergencia 074, y los sistemas de información al usuario en tiempo real sobre las condiciones de la vía (p. ej. a través de redes sociales como el twitter).
4. Generación del diagnóstico. A partir del examen cuidadoso de toda la información disponible hasta el momento se establece un diagnóstico por carretera y a nivel general, con el fin de determinar los problemas principales y cómo solucionarlos.
5. Elaboración del informe final. Como parte de esta actividad, también se genera el archivo electrónico correspondiente.

1.4 Actividades

Para lograr los objetivos del estudio, se realizan las siguientes actividades:

1. Recopilación de antecedentes.
2. Entrevista con funcionarios.
3. Evaluación de los ejes troncales considerados.
4. Generación del diagnóstico.
5. Elaboración del informe final.

1.5 Beneficios esperados

Que CAPUFE cuente con un informe que describa las mejores prácticas en materia de infraestructura carretera de cuota y le permita identificar el margen potencial de mejoramiento en las carreteras que opera.

1.6 Aspectos introductorios relevantes

En este capítulo se presentan, a manera de antecedentes, una serie de aspectos introductorios considerados como relevantes en relación con la valoración de la calidad de servicio ofrecida por una carretera de cuota a sus usuarios. Los antecedentes mostrados sirven de base para el desarrollo, en los capítulos siguientes, de los diferentes productos deseados de este trabajo (mejores prácticas, indicadores de desempeño, comparaciones, evaluación de carreteras, diagnóstico, recomendaciones de mejoramiento, entre otros.). Se describen los enfoques internacionales más relevantes reportados a nivel general, así como para algunos países de interés en particular.

1.6.1. Enfoques internacionales

El punto de partida de toda gestión de calidad, consiste en captar las exigencias de los clientes y analizar la forma de ofrecerles soluciones que respondan a sus necesidades.

Es posible entender la evaluación de la calidad de un servicio llevada a cabo por el consumidor o usuario. Los tres modelos más reconocidos habitualmente proponen que la calidad que se percibe de un servicio es el resultado de una comparación entre las expectativas del cliente y las cualidades del servicio.

Uno de esos modelos, el Modelo de Grönross (*La Calidad en las Concesiones Viales por Peaje. Análisis y Propuestas. 2010*), propone tres factores que determinan la calidad de un servicio:

- La Calidad Técnica, que puede ser objeto de un enfoque objetivo del consumidor o usuario. Su apreciación se basa en las características inherentes al servicio (comodidad del viaje, servicios auxiliares, demora en plaza de peaje, cuestiones vinculadas a la accesibilidad de la carretera, etc.).
- La Calidad Funcional (también conocida como Calidad Relacional), que resulta de la forma en que el servicio es prestado por la concesionaria (p. ej. aspecto o comportamiento de las cajeras, atención recibida en ocasión de accidentes o desperfectos vehiculares, grado de receptividad de las quejas efectuadas por los usuarios, etc.).
- La Imagen de la Empresa que Percibe el Cliente, basada en sus anteriores experiencias (es resultado de los anteriores factores).

Las exigencias en materia de calidad técnica se clasifican en tres grupos: infraestructura, servicios y flujo vehicular.

1.6.1.1. Calidad de la infraestructura

Cuando se hace referencia a la calidad de la infraestructura se hace énfasis en las exigencias técnicas respecto a las obras y las condiciones en las que deben mantenerse las calzadas, la señalización, el alumbrado, y las áreas de servicio, entre otros; pero también se abarca a la calidad con la que deben realizarse las tareas correspondientes de construcción, reparación y mantenimiento.

Respecto a la calidad de las obras, un rasgo común es exigir que las mismas sean ejecutadas conforme a las reglas del buen arte de construir y a especificaciones técnicas que tengan origen en entes y organismos nacionales o internacionales de reconocida especialización en la materia, con materiales de buena calidad y de acuerdo con los proyectos y plan de trabajo aprobados por la autoridad de aplicación.

Tampoco existen prácticamente diferencias en las exigencias técnicas que deben cumplir, a lo largo de todo el período de concesión, los pavimentos, los sistemas de iluminación, el mantenimiento de alcantarillas o desagües, los sistemas de seguridad, etc.

Más allá de algunas diferencias entre los marcos regulatorios, se puede afirmar que las especificaciones técnicas exigidas son internacionalmente similares, de aplicación generalizada tanto en carreteras concesionadas como no concesionadas, y su definición, estudio e implementación data de muchos años. Por ello, consideramos que, desde el punto de vista de las condiciones técnicas de la infraestructura, no existe riesgo alguno hacia la calidad del servicio provisto, siempre que las empresas concesionarias cumplan con sus obligaciones contractuales.

1.6.1.2. Calidad de los servicios

En este punto consideramos tanto la cantidad, como la naturaleza y exigencias hacia los servicios de prestación obligatoria u opcional por parte de las concesionarias.

1.6.1.3. Calidad del flujo vehicular

La calidad del flujo vehicular se vincula con una apreciación subjetiva que cada usuario realiza en función de su valoración relativa de aspectos tales como rapidez, comodidad y seguridad en el viaje. Sin duda, cualquier variable que restrinja la velocidad de circulación respecto a la de diseño de la carretera, o genere incomodidad o inseguridad en el manejo, estará atentando contra la calidad del viaje y, por lo tanto, la calidad del servicio.

Un diseño geométrico moderno, generoso y acorde a las características técnicas de los vehículos predominantes, un pavimento que respete todas las exigencias de calidad establecidas en los contratos, un sistema de señalización horizontal y

vertical claro, bien mantenido y completo, una amplia gama de servicios complementarios al usuario, sin duda establecen un piso al nivel de calidad global del servicio ofrecido. Pero ese piso es muy bajo, totalmente insuficiente para garantizar la provisión de un servicio de adecuada calidad. Dos carreteras exactamente idénticas en cuanto a las características anteriores, pero que sean diferentes en las características de su flujo vehicular, pueden presentar condiciones de calidad global muy distintas en algún instante del período de concesión.

1.6.2. Estados Unidos de América

La calidad técnica de la geometría de la infraestructura, se obtiene al ejecutarlas conforme a las reglas y especificaciones técnicas del Policy on Geometric Design of Streets and Highways de la AASHTO (2004.), también conocido como el “Libro Verde”.

La calidad del flujo vehicular se determina con la aplicación del manual denominado Highway Capacity Manual o Manual de Capacidad de Carreteras, editado por la Transportation Research Board (TRB 2010).

La calidad funcional y la imagen de la empresa que percibe el cliente se obtienen principalmente a través de encuestas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa debe cumplir con la norma ISO 9001-2008.

1.6.3. Canadá

La calidad técnica de la infraestructura de las obras, se obtiene al ejecutarlas conforme a las reglas y especificaciones técnicas de las normas de trazado del Manual de Normas de Diseño Geométrico para Carreteras de Canadá de la Roads and Transportation Association of Canada (RTAC, 1986), principalmente.

La calidad del flujo vehicular se determina con la aplicación del manual denominado Highway Capacity Manual (HCM), o Manual de Capacidad de Carreteras, editado por la Transportation Research Board (TRB).

La calidad funcional y la imagen de la empresa que percibe el cliente se obtienen principalmente a través de encuestas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa debe cumplir con la norma ISO 9001-2008.

1.6.4. España

Los principales aspectos medidos por los indicadores para evaluar la calidad del servicio son: índice de accidentes, congestión, satisfacción del usuario (a través de encuestas).

La calidad técnica de la infraestructura de las obras, se obtiene al ejecutarlas conforme a las reglas y especificaciones técnicas del Manual de Normas Españolas sobre Diseño Geométrico de Caminos (1999), y las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del Diccionario Normativo de Valencia (DNV) (1981), principalmente.

La calidad del flujo vehicular se determina con la aplicación del manual denominado Highway Capacity Manual (HCM), o Manual de Capacidad de Carreteras en su traducción al español, editado por la Transportation Research Board (TRB).

La calidad funcional y la imagen de la empresa que percibe el cliente se obtienen principalmente a través de encuestas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa debe cumplir con la norma ISO 9001-2008.

1.6.5. Chile

Respecto a la calidad de las obras, un rasgo común es exigir que las mismas sean ejecutadas conforme a las reglas del buen arte de construir y a especificaciones técnicas que tengan origen en entes y organismos nacionales o internacionales de reconocida especialización en la materia, con materiales de buena calidad y de acuerdo con los proyectos y plan de trabajo aprobados por la autoridad de aplicación.

No existen prácticamente diferencias en las exigencias técnicas que deben cumplir a lo largo de todo el período de concesión los pavimentos, los sistemas de iluminación, el mantenimiento de alcantarillas o desagües, los sistemas de seguridad, etc.

Además, exigen que el concesionario entregue, antes del inicio de la construcción de las obras, un "Plan de Autocontrol" al funcionario correspondiente de la autoridad de aplicación, para someterlo a su aprobación. Este documento debe contener la descripción y especificación de los procedimientos y tipo de controles que el concesionario implementará durante la ejecución de todas las obras y servicios de la concesión, con la finalidad de asegurar la calidad de las mismas.

En cuanto a la calidad de los servicios, el tipo de servicios obligatorios exigidos son:

Existencia de un Centro de Control y Gestión del Tránsito.

Rescate y primeros auxilios a víctimas de accidentes de tránsito.

Auxilio y remolque de vehículos accidentados.

Remolque de vehículos con desperfectos mecánicos.

Carteles de mensaje variable para informar a los usuarios sobre condiciones del tránsito, y sistemas detectores del estado de tránsito en tiempo real.

Teléfonos de emergencia (Postes S.O.S.) cada 1,000 m.

La calidad del flujo vehicular se determina con la aplicación del manual denominado Highway Capacity Manual (HCM), o Manual de Capacidad de Carreteras, editado por la Transportation Research Board (TRB).

La calidad funcional y la imagen de la empresa que percibe el cliente se obtienen principalmente a través de encuestas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa debe cumplir con la norma ISO 9001-2008.

Si bien los contratos suelen tener exigencias respecto a cuál es la calidad mínima aceptada para los viajes, el trabajo demuestra que los indicadores utilizados para determinar el momento en el que se alcanza esta calidad mínima no tienen una adecuada correlación con la real calidad percibida por los usuarios, ya que se adoptan parámetros, relaciones y metodologías desarrolladas en Estados Unidos, país donde las características del parque automotor y de los conductores suelen ser muy diferentes a las observables en Chile.

1.6.6. México

La calidad técnica de la infraestructura de las obras, se obtiene al ejecutarlas conforme a las reglas y especificaciones técnicas del Manual de Proyecto Geométrico (*Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*, 1991), del Manual de dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras (*Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras*, 1986), así como la normativa correspondiente (*Normativa para la infraestructura del transporte*), todo lo anterior editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Si bien los contratos suelen tener exigencias respecto a cuál es la calidad mínima aceptada para los viajes, el trabajo demuestra que los indicadores utilizados para determinar el momento en el que se alcanza esta calidad mínima no tienen una adecuada correlación con la real calidad percibida por los usuarios, ya que se adoptan parámetros, relaciones y metodologías desarrolladas en Estados Unidos, país donde las características del parque automotor y de los conductores suelen ser diferentes a las observables en México.

La calidad del flujo vehicular se determina con la aplicación del manual denominado Manual de Capacidad Vial de la SCT (1999).

La calidad funcional y la imagen de la empresa que percibe el cliente se obtienen principalmente a través de encuestas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa debe cumplir con la norma ISO 9001-2008.

2 Antecedentes

Se refieren a las metodologías recomendadas internacional y nacionalmente para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota.

2.1 Metodologías Internacionales

2.1.1 España

Una metodología aplicable para el caso específico considerado en este estudio, está contenida en Delgado C. y Vasallo, J. M. (2011). En ésta, se propone evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura considerando: (I) su estado de conservación, (II) su seguridad vial, y (III) la calidad del flujo y los servicios suministrados. Cada uno de estos aspectos se evalúa a través de índices, para los cuales existen valores de referencia o límites.

En el caso particular del estado de conservación de la infraestructura, los criterios principales considerados son:

- Que durante el período de concesión, se cumpla que el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) sea < 2 m/km en al menos 90% de la longitud sometida a inspección.
- Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) sea > 0.45 en 100% de la longitud sometida a inspección; o que el CRT sea > 0.5 en 90% de la longitud sometida a inspección.

En el caso de la seguridad vial, el criterio principal considerado es:

- Que al menos en un 90% de los años del periodo de concesión, los índices de accidentalidad y de mortalidad en la autopista sean inferiores al 90% de la media de las autopistas de peaje en España con una Intensidad Media Diaria (IMD) similar a $\pm 5,000$ vehículos/día.

En el caso de la calidad del flujo, el criterio principal considerado es:

- Que el indicador anual de congestión I_i de la vía sea inferior a 100, al menos en un 90% de los años que dure la concesión. Dónde:

$$I_i = \sum_{j=1}^{j=r} \frac{(\alpha \cdot n_i^{CD} + \beta \cdot n_i^{EF}) \cdot L_j}{2L}$$

Ecuación 2.1

I_i = Valor del indicador en el año i

α = Ponderador del número de horas de nivel de servicio C y D

β = Ponderador del número de horas de nivel de servicio E y F

L_j = Longitud de tramo j en kilómetros

$2L$ = Longitud total de la concesión (ambos sentidos) en kilómetros

r = Número de tramos diferenciados en que se divide la concesión

n_i^{CD} = Número de horas con nivel de servicio C y D en el año i

n_i^{EF} = Número de horas con nivel de servicio E y F en el año i

Para el caso del cobro de peaje en casetas, el criterio principal considerado es:

Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el tiempo medio ponderado de espera en cola sea inferior a 15 segundos.

Para el servicio en general suministrado al usuario, el criterio principal considerado es:

- Que al menos en un 90% de los años que dure la concesión, el índice de calidad de servicio evaluado mediante encuesta por el usuario sea superior a 80 puntos (sobre una escala de 0 a 100).

2.1.2 Colombia

Para el caso de las carreteras concesionadas, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte especifica los índices y valores de referencia o límites mostrados en la Tabla 2.1 para las variables más importantes en relación con el estado de la infraestructura (Especificaciones Técnicas de Operación y Mantenimiento. INVIAS. s/f).

Para el caso de los servicios, los criterios más importantes especificados son:

- El concesionario debe mantener un cuerpo de vigilancia que preste atención en todas las instalaciones de la vía. Esta vigilancia será permanente en los puestos de peaje y permanente o rotativa en las demás instalaciones.
- La atención a personas accidentadas debe estar disponible 24 horas al día, todos los días, con personal especializado y equipo y vehículos adecuados.
- El tiempo de llegada de una ambulancia al sitio de un accidente deberá estar en un promedio no superior a los 30 minutos.
- Debe proporcionarse la operación de sitios de pesaje en estaciones fijas para ambos sentidos de circulación, durante las 24 horas de todos los días.

Las básculas deben tener una capacidad de 100 toneladas, con una precisión de $\pm 1\%$.

- Deben proporcionarse estaciones móviles en sitios y horarios aleatorios, durante 12 horas diarias, todos los días del año.
- El servicio de grúas debe estar disponible 24 horas al día, todos los días, con personal especializado y equipo y vehículos adecuados. Las grúas deben tener capacidad suficiente para movilizar vehículos de peso bruto vehicular hasta de 60 toneladas y una capacidad de izado de 30 toneladas.
- Deben permanecer abiertas un determinado número de casetas que permitan cumplir con una cola máxima de 5 vehículos.

Tabla 2.1. Índices y valores de referencia del estado de la infraestructura.

| Variable | Unidad de medida de calificación | Valores de referencia |
|---|---|-----------------------|
| Rugosidad | IRI | 3.5 |
| Profundidad de rodera o "Ahuellamiento" | Milímetros | 6 |
| Deformaciones | Milímetros | 12 |
| Escalonamiento | Milímetros | 3.0 |
| Estado de las juntas | % Longitud en mal estado | 1.0 |
| Fisuras y Grietas | % Área Afectada | 10 |
| Resistencia al Deslizamiento | Coefficiente Resistencia al Deslizamiento | 55 |
| Estado de la Bermas | % Área Afectada | 2 |
| Zonas laterales | | |
| Vegetación en 5 m | Metros de Altura | 0.20 |
| Derechos de vías | Utilización | Muy Bueno |
| Peligros al tránsito | Existentes | No hay |
| Señalización | | |
| Central | % Señalización vs. Reglamentación | 90 |
| Lateral | % Señalización vs. Reglamentación | 90 |
| Señales Verticales | % Señalización vs. Reglamentación | 90 |
| Defensas Metálicas | % Existentes vs. Requeridas | 90 |

2.1.3 Otras Metodologías

En otras metodologías (Zaragoza A. 2011) también se evalúan los taludes utilizando como medida la longitud de ellos, por tipo, con problemas (desprendimientos, arrastres, etc.), así como las cunetas (en las que los problemas más comunes son las roturas y los azolvamientos), las vallas de control de acceso, alcantarillas, etc.

Otra metodología (*Metodología para el Establecimiento de Índices de Calidad en Obras Viales Concesionadas*), presenta otros valores de referencia como los que se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Índices y valores de referencia para variables relacionadas con la conservación de la infraestructura de Chile.

| Variable | Unidad de medida de calificación | Valores de referencia |
|--|----------------------------------|-----------------------|
| Resistencia al resbalamiento | μ | $0.4 < \mu < 0.55$ |
| Profundidad de rodera o Ahuellamiento | mm | < 15 |
| Rugosidad (IRI) | m/km | < 3.5 |
| Grietas tipo Piel de Cocodrilo alta severidad | % de grietas por km | < 10 |
| Grietas transversales y longitudinales de alta severidad | % de grietas por km | < 10 |
| Baches abiertos (calzada y berma) | Número de baches abiertos | Ninguno |

En lo referente a la calidad de los servicios, Zaragoza A. (2011), también indica que el tipo de servicios obligatorios exigidos a los concesionarios son:

- Existencia de un Centro de Control y Gestión del Tránsito.
- Rescate y primeros auxilios a víctimas de accidentes de tránsito.
- Auxilio y remolque de vehículos accidentados.
- Remolque de vehículos con desperfectos mecánicos.
- Carteles de mensaje variable para informar a los usuarios sobre condiciones del tránsito, y sistemas detectores del estado de tránsito en tiempo real.
- Teléfonos de emergencia (Postes S.O.S.) cada 1,000 m.

Otros valores de referencia mostrados en otras metodologías (*Pavement Design Manual*. 1997; *Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use*, 2006) se indican en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Índices y valores de referencia para variables relacionadas con la conservación de la infraestructura de Canadá.

| Variable | Unidad de medida de calificación | Valores de referencia |
|-----------------------------------|---|-----------------------|
| Resistencia al Deslizamiento | Coficiente Resistencia al Deslizamiento | > 46 |
| Ahuellamiento | mm | < 10 |
| Rugosidad (IRI) | m/km | < 1.5 |
| Baches abiertos (calzada y berma) | Número de baches abiertos | Ninguno |

2.2 Metodología Nacional

En México existen cinco índices o variables principales para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota: (I) Estado Físico, (II) Índice de Rugosidad Internacional (IRI), (III) Profundidad de la Rodera (PR), (IV) Nivel de Servicio y (V) Resistencia a la Fricción.

2.2.1 Estado Físico

Para evaluar el estado físico de las carreteras en México se utiliza el Índice de Servicio Actual (ISA) (*Normas para Calificar el Estado Físico de un Camino, 1995*. Dirección General de Conservación de Obras Públicas). El índice o nivel de servicio actual consiste en calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación y lo realiza un grupo o panel de evaluadores. Cada evaluador debe calificar el camino de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5 de cada uno de los elementos de la autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal. La calificación total de la autopista se encuentra en un rango de 0 a 500.

La Figura 2.1 muestra la calificación del ISA y la condición correspondiente a cada elemento de la autopista.

Cada elemento de la autopista es calificado por el evaluador con respecto a las deficiencias encontradas, en una escala de 0 a 5 (donde calificación ≥ 4 corresponde a "Muy Bueno", $4 > \text{calificación} \geq 3$ corresponde a "Bueno", $3 > \text{calificación} \geq 2$ corresponde a "Regular", $2 > \text{calificación} \geq 1$ corresponde a "Malo", y calificación < 1 corresponde a "Muy Malo"). En el caso de la Corona se califica según deficiencias tales como deformaciones, grietas, fisuras, asentamientos, etc.; en el Drenaje según las deficiencias en las alcantarillas, cunetas, contracunetas,

lavaderos, bordillos, pendiente transversal, etc.; en el Derecho de Vía según el riesgo que su utilización represente al tránsito, la abundancia de la vegetación, el estado de las zonas laterales, los cercados, etc.; y en los Señalamientos Vertical y Horizontal por su ausencia, por ser ilegibles, por estar maltratados o por no cumplir con las especificaciones indicadas en las normas.

| ISA | | Condición |
|-----|--|-----------|
| 5 | | Excelente |
| 4 | | Muy bueno |
| 3 | | Bueno |
| 2 | | Regular |
| 1 | | Malo |
| 0 | | Muy malo |
| | | Pésimo |

Figura 2.1. Condición de cada elemento de la autopista respecto a la calificación ISA.

Para la evaluación de la autopista estos elementos se agrupan en aquellos que tienen relación con el cuerpo del camino y los que se refieren al señalamiento, los cuales se evaluarán de acuerdo a su importancia en la función de proporcionar un servicio eficiente y conciliando el punto de vista del usuario con el del valuador. Los elementos por calificar y su valor relativo considerado se indican en la Tabla 2.4.

La calificación de una sección de autopista es el número que se obtiene sumando los productos resultantes de multiplicar la calificación de cada elemento, con escala de 0 a 5 como ya se explicó, por su valor relativo y por su correspondiente valor de influencia. Esta calificación variará entre 0 y 500. En la Tabla 2.5 se presenta la calificación máxima para cada elemento de la autopista.

Tabla 2.4. Valor relativo de los elementos de la autopista a calificar.

| Elemento por Calificar | Valor Relativo |
|--|----------------|
| a) Del cuerpo: | |
| Corona | 50 |
| Drenaje | 30 |
| Derecho de vía | 20 |
| Suma | 100 |
| b) Del Señalamiento | |
| Vertical | 60 |
| Horizontal | 40 |
| Suma | 100 |
| c) Influencia para la Calificación Total | |
| Del Cuerpo | 0.80 |
| Del Señalamiento | 0.20 |
| Suma | 1.00 |

Tabla 2.5. Calificación Máxima para cada elemento de la autopista.

| | | | |
|---------------------|----------|-----|--------------------------------------|
| a) Del cuerpo: | | | |
| Corona | (5 x 50) | 250 | |
| Drenaje | (5 x 30) | 150 | |
| Derecho de vía | (5 x 20) | 100 | |
| | Suma | 500 | Máxima Calificación del Cuerpo |
| b) Del Señalamiento | | | |
| Vertical | (5 x 60) | 300 | |
| Horizontal | (5 x 40) | 200 | |
| | Suma | 500 | Máxima Calificación del Señalamiento |

La calificación de la autopista es el número que se obtiene al dividir la suma de los productos resultado de multiplicar la calificación para cada sección por su longitud de kilómetros, entre la longitud total correspondiente a las secciones calificadas. La Tabla 2.6 presenta los rangos de calificaciones para las diferentes condiciones del estado físico de la autopista.

Tabla 2.6. Calificaciones respecto al estado físico de la autopista.

| Calificación (puntos) | Estado Físico |
|------------------------------|----------------------|
| De 0 hasta 250 | Malo |
| Mayor de 250 hasta 350 | Regular |
| Mayor de 350 hasta 500 | Bueno |

Por otro lado, la SCT, con base en el Sistema de Seguimiento de los Programas de Conservación en Autopistas y Puentes de Cuota (*Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra... s/f*), indica que los concesionarios se someterán a inspecciones semestrales, tanto para pavimentos rígidos como flexibles, en la que el valor mínimo aceptable es de 400 puntos para un tramo de 10 km-sentido para no ser acreedores a una sanción mensual, causando la revocación de la concesión cuando presenten hasta tres calificaciones semestrales consecutivas con 340 puntos o menos.

2.2.2 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional, mejor conocido como IRI, fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estático de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. En México, el IRI se utiliza para conocer el estado de conservación de la red carretera y el criterio de su clasificación es el considerado en el Sistema de Administración de Pavimentos HDM-4 (Bennett, C. R. and Paterson, William D O., 2000) que se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Condición del pavimento respecto al IRI.

| IRI (m/km) | Estado Físico |
|---------------------|----------------------|
| $IRI < 3$ | Bueno |
| $3 \leq IRI \leq 5$ | Aceptable |
| $IRI > 5$ | Deficiente |

De la misma manera que en el caso anterior, los concesionarios se someterán a inspecciones semestrales, tanto para pavimentos rígidos como flexibles, en la que

el valor mínimo aceptable es de 2.81 m/km por kilómetro-carril para no ser acreedores a una sanción mensual, causando la revocación de la concesión cuando presenten hasta tres calificaciones semestrales consecutivas con un IRI mayor a 5 m/km (*Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra... s/f*).

2.2.3 Profundidad de la Rodera (PR)

La Profundidad de las Roderas es una deformación en el pavimento que presentan las huellas del tránsito. De la misma manera que en los puntos anteriores, los concesionarios se someterán a inspecciones semestrales, sólo para pavimentos flexibles, en la que el valor mínimo aceptable es de 10 mm por tramos de 20 m-carril para no ser acreedores a una sanción mensual, causando la revocación de la concesión cuando presenten hasta tres calificaciones semestrales consecutivas con un PR mayor a 20 mm (*Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra... s/f*).

2.2.4 Nivel de Servicio

Según la metodología presentada en la publicación “Manual de Capacidad Vial”, editado por la SCT en 1991 (Referencia 12), se entiende por capacidad al número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación.

Para conocer la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de autopista, se consideran las condiciones establecidas por las características físicas del camino y las condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular en cuanto a su magnitud y tipo de vehículos. En la práctica se manejan seis niveles de servicio, del A al F, para identificar las condiciones de operación de un camino, el NIVEL DE SERVICIO “A” es el mejor y el NIVEL DE SERVICIO “F” es el más inconveniente, siendo el NIVEL DE SERVICIO “E” el que marca la capacidad de la vía.

2.2.5 Resistencia a la Fricción

Con el objeto de que la superficie de rodamiento presente condiciones seguras para los usuarios, tanto en situación seca como en presencia de una película de agua, el valor de la característica de la resistencia de fricción, medido con equipo mu-meter a 75 km/hr, en condiciones de presencia de película de agua, tanto para pavimentos flexibles como rígidos, no deberá ser inferior a 0.6. En caso de que el valor sea inferior a 0.6, la Concesionaria se obliga a proceder a la corrección de la superficie. La evaluación de la resistencia a la fricción será anual. En todos los casos se utilizarán equipos de alto rendimiento y personal que cuenten con la

aprobación previa de la SCT (*Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra... s/f*).

3 Entrevista con funcionarios

Se describen las entrevistas tenidas con funcionarios de CAPUFE, de la Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC) y de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT. La primera, en relación con las necesidades a cubrir con el estudio; y, la segunda y tercera, para identificar los parámetros que son calificados en los informes de evaluación de las carreteras de cuota. Se menciona además la información que es pertinente para los fines de este estudio, obtenida a partir de cada entrevista, y que se utiliza en el capítulo siguiente para la evaluación de los tres corredores considerados.

3.1 CAPUFE

3.1.1 Entrevista

La entrevista, en este caso, fue realizada a funcionarios de la Subdirección de Calidad y Desarrollo Tecnológico de CAPUFE, obteniéndose a partir de la misma la siguiente información:

Dentro de las obligaciones que tiene Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE) ante la Auditoría Superior de la Federación (ASF), es hacer un estudio comparativo internacional en el que se pueda comparar el nivel de la calidad de sus carreteras, considerando conceptos como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), profundidad de roderas, así como índices relacionados con la seguridad, como es el caso: del índice de siniestralidad, el índice de mortalidad, el de morbilidad, etc. Para CAPUFE es de gran importancia toda la red, pero se evaluarían principalmente los tres ejes troncales: México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco, ya que el 70% de los usuarios circulan por estos tres ejes.

Es posible generar los índices de siniestralidad a partir de la información de los Servicios Médicos para dichos ejes troncales; incluir en el proyecto un poco el asunto de la congestión en las casetas (en caso de que se cuente con la información de las fluctuaciones de la demanda, número de servidores, plazas que están en operación); el estado del pavimento, a través del IRI; y agregar lo referente a encuestas de calidad de los usuarios (en caso de que su cuente con ellas).

Hay que comparar los valores para estos tres ejes con los indicadores de carreteras de cuota de otros países, como serían: los socios comerciales de México en Norteamérica, que son EEUU y Canadá; además, España dentro de los Europeos, así como un país latinoamericano, que sería el caso de Argentina,

Colombia o Brasil. La comparación hace posible contar con elementos para proceder a realizar un diagnóstico.

El proyecto no sólo irá enfocado a la parte técnica que corresponde a la infraestructura, sino que también va enfocado a la parte de operación, donde se podría hablar de Sistemas de Información Tecnológica (ITS), como sería el caso del Sistema de Telepeaje. Los servicios de emergencia también deben considerarse como parte de seguridad y operación, así como el Sistema de Atención Telefónica 074, en el cual principalmente se reportan quejas y el Órgano Interno de Control es el que da seguimiento a éstas. También se deben considerar herramientas que sirven de apoyo a la parte de operación como el caso de las redes sociales, dentro de las cuales, se cuenta con Facebook (ésta casi no tiene impacto) y con Twitter (con un gran número de seguidores), en la que de alguna forma lo que se busca es que el usuario tenga información de accidentes para poder prever el viaje, en caso de que tenga alguna contingencia ó alguna emergencia. Probablemente, el uso del Twitter es actualmente el inicio de que en un futuro todos los usuarios tengan en su celular la información de su viaje.

Constantemente hay reuniones de seguimiento de las observaciones por parte de ASF, las cuales pueden utilizarse para obtener retroalimentación en relación con el desarrollo de este estudio. Es importante que el estudio sea realizado por una institución sin fines de lucro, que pueda fungir como perito o un tercero.

3.1.2 Información Obtenida

La información obtenida, a través de la entrevista con funcionarios de la Subdirección de Calidad y Desarrollo Tecnológico de CAPUFE, fue la siguiente:

Bases de Datos de Accidentes

Se obtuvieron las bases de datos de todos los accidentes registrados por los servicios médicos de CAPUFE para todas las carreteras de cuota operadas por ese organismo, para los años 2008, 2009 y 2010 (*Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2008; 2009; 2010*), incluyendo: fecha del accidente, ubicación del mismo según su kilometraje, con un decimal de precisión y para cada sentido o cuerpo carretero; tipo del accidente (choque de frente, choque por alcance, salida del camino, etc.), y número resultante de muertos así como de lesionados.

Encuestas de Calidad a Usuarios

Se proporcionó por parte de CAPUFE lo referente a encuestas de calidad aplicadas a usuarios (*Encuestas de Calidad en el Servicio, 2010*. CAPUFE, 2011), mediante un documento en el cual se presenta una evaluación de la satisfacción de los usuarios de las autopistas México-Cuernavaca, México-Puebla, México-Querétaro, México-Pachuca y Cuernavaca-Acapulco. A partir de éste, se generó la Tabla 3.1, en la que se encuentran los puntos más importantes y de mayor interés

para el estudio. Cabe mencionar que 2 de los 3 ejes troncales que se consideran en el proyecto, el México-Irapuato y México-Veracruz, vienen incompletos ya que sólo se proporcionó la información con la que contaban, perteneciente a las rutas México-Querétaro y México-Puebla.

A partir de la Tabla 3.1, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El tiempo de espera promedio más bajo en la fila para pagar y cruzar la plaza de cobro lo tiene la autopista México-Puebla con 1.42 minutos.
- La carretera mejor calificada en cuanto a estado físico es la de México-Acapulco; los encuestados afirman que está en buenas condiciones y no hay baches.
- La carretera mejor calificada en cuanto a servicios es la México-Puebla.
- Nueve de cada diez encuestados se encuentran satisfechos después de haber transitado por la autopista (89.1%). La carretera con más alto nivel de satisfacción es la de México-Puebla (91.3%).
- La mayoría de los usuarios dijeron utilizar las autopistas encuestadas por las ganancias en tiempo y en seguridad derivadas.
- Se puede observar que en lo que respecta a evaluación de los servicios, apreciación de la señalización, atención de los cajeros en las plazas de cobro, calidad del servicio recibido, servicio médico, servicio de grúas, servicio de las torres de auxilio vial, servicio IAVE y servicio de baños, se obtienen calificaciones entre buenas y excelentes (a excepción de la México-Acapulco en servicio de las torres de auxilio vial, donde es de regular a buena), lo que indica que la imagen de la empresa, así como la atención, los servicios, entre otros, que está recibiendo el cliente son buenos.

Para ejemplificar algunos de los datos de la Tabla 3.1, a continuación se presentan las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3, las cuales muestran, gráficamente, la calificación del tiempo de espera en la fila para pagar y cruzar la plaza de cobro, la evaluación de los servicios en las autopistas de CAPUFE y la calidad del servicio recibido en relación con el monto de peaje.

Tabla 3.1. Información Destacada de la Evaluación de la Satisfacción de los Usuarios de las autopistas de CAPUFE.

| | Eje Troncal Carretero | | |
|--|---|--|---|
| | México-Querétaro | México-Puebla | México-Acapulco |
| 1) Perfil de los informantes | | | |
| Género | La mayoría: masculino | La mayoría: masculino | La mayoría: masculino |
| Edad | El porcentaje más alto cuenta con 36 a 45 años. | El porcentaje más alto cuenta con 36 a 45 años. | El porcentaje más alto cuenta con 46 años o más. |
| Nivel de Estudios | El porcentaje más alto cursó hasta universidad o más. | El porcentaje más alto cursó hasta preparatoria. | El porcentaje más alto cursó hasta universidad o más. |
| 2) Tiempo de Espera (TE) (Figura 3.1) | Aceptable | Muy Aceptable | Aceptable |
| Promedio en minutos del TE | 1.92 | 1.42 | 1.75 |
| 3) Frecuencia de uso | Diariamente | Cada mes | Fin de Semana |
| 4) Evaluación de los servicios (Figura 3.2) | Excelente/Bien | Excelente/Bien | Excelente/Bien |
| 5) Calificación promedio del estado físico (del 1 al 10) | 7.71 | 7.77 | 7.87 |
| 6) Satisfecho de transitar la autopista | Algo Satisfecho | Muy Satisfecho | Algo Satisfecho |
| 7) Razones de Uso | Es Seguro | Ahorras Tiempo | Ahorras Tiempo |
| 8) Apreciación de la Señalización | Excelente/Bien | Excelente/Bien | Excelente/Bien |
| 9) Atención de los Cajeros en las Plazas de Cobro | Excelente/Bien | Excelente/Bien | Excelente/Bien |
| 10) Calidad del servicio recibido con relación al monto del peaje (Figura 3.3) | Excelente/Bien | Excelente/Bien | Excelente/Bien |
| 11) Servicio Médico | Buena | Buena | Los que lo conocen: Buena |
| 12) Servicio de Grúas | Buena | Buena | Los que lo conocen: Buena |
| 12) Servicio de las Torres de Auxilio Vial | Buena | Buena | Los que lo conocen: de Regular a Buena |
| 13) Servicio IAVE | Buena | Buena | Buena |
| 14) Servicio de Baños | Buena | Buena | Buena |
| 15) Calificación promedio de los servicios (del 1 al 10) | 7.67 | 7.89 | 7.85 |

En la Figura 3.1 puede observarse que más del 95% de los usuarios consideró que un tiempo de espera en la fila para cruzar la plaza de cobro de menos de 2 minutos, es adecuado. La Figura 3.2 muestra que alrededor del 95% de los usuarios consideró que los servicios brindados por las autopistas encuestadas son de regulares a excelentes. En la Figura 3.3 es evidente que los mayores porcentajes que calificaron la calidad del peaje como “Mala” o “Muy Mala” se obtuvieron en las autopistas con mayor peaje cobrado por kilómetro recorrido (oscilando de entre 7 y 8% para un peaje básico para automóviles de menos de \$1/km en las autopistas México-Querétaro y México-Pachuca, a alrededor de 27% para un peaje del orden de \$1.5/km en las autopistas México-Cuernavaca y Cuernavaca-Acapulco).

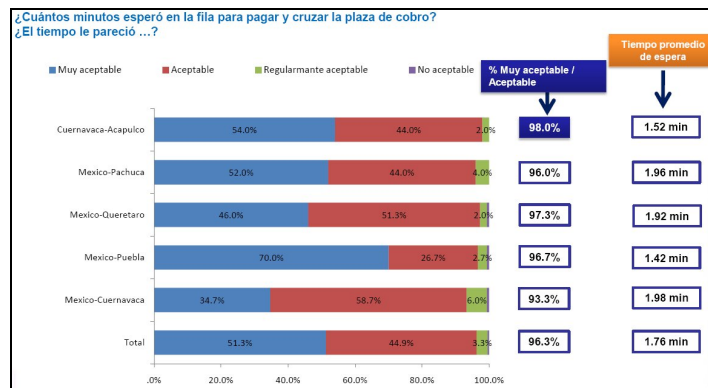


Figura 3.1. Minutos de espera en las Autopistas de CAPUFE.

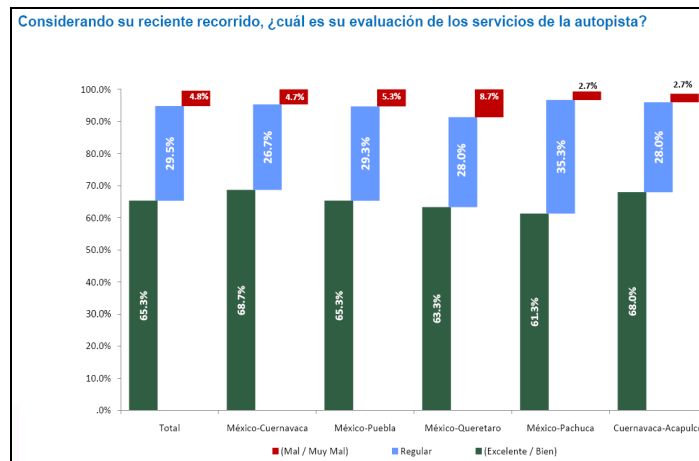


Figura 3.2. Evaluación de los Servicios de las Autopistas de CAPUFE.

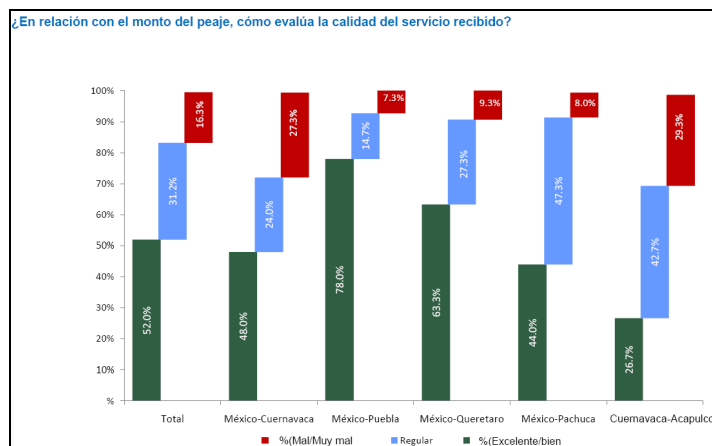


Figura 3.3. Calidad del Servicio recibido en relación con el monto de peaje de las Autopistas de CAPUFE.

Además, otros datos importantes obtenidos de la evaluación de la satisfacción de los usuarios de las autopistas de CAPUFE son:

- La principal carretera en la que los encuestados han tenido algún problema relacionado con la seguridad en sus recorridos es la México-Querétaro (7.3%).
- La principal razón por la que los encuestados declararon que decidieron viajar por las autopistas de cuota de CAPUFE es la rapidez (52.2%).
- 65.7% de los entrevistados consideran que los servicios de CAPUFE han *mejorado algo*.
- Tres cuartas partes de los usuarios afirmaron que reutilizarían el servicio (75.3%).
- También cabe mencionar que se les preguntó a los usuarios entrevistados si recordaban haber visto, leído o escuchado algo sobre la campaña de información de los servicios que se prestan a través del Número 074 (de información carretera), a lo cual, en todos los ejes troncales a los que se enfoca esta evaluación la respuesta de la mayoría resultó ser “No”, además de que la mayoría ni siquiera sabe que se presta este servicio para los usuarios, siendo así que, sólo una cuarta parte de los entrevistados recordó la campaña publicitaria para informar sobre los servicios que se prestan a través del Número 074 (25.7%). También cabe mencionar que los pocos que han hecho uso de este servicio comentaron haber tenido un tiempo de respuesta y una atención excelentes.
- Se percibe que son carreteras seguras de acuerdo a las encuestas, sin embargo, los servicios de auxilio vial y de paramédicos cuando los han

necesitado no los han apoyado, aunque cabe destacar que a los pocos que han ayudado, opinaron haber recibido un servicio excelente.

- La inmensa mayoría de los usuarios desconoce que CAPUFE dispone de Facebook y Twitter para informar en tiempo real sobre las incidencias que ocurren en sus tramos carreteros.

3.2 Dirección General de Desarrollo Carretero

3.2.1 Entrevista

La entrevista, en este caso, fue realizada a funcionarios de la Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC), obteniéndose a partir de la misma la siguiente información:

Primeramente, cabe mencionar que la DGDC forma parte de la Subsecretaría de Infraestructura de la SCT y entre sus principales atribuciones destacan: planear el desarrollo estratégico de la red federal de carreteras; así como realizar los procesos de licitación para el otorgamiento de concesiones de infraestructura carretera, de acuerdo al Reglamento Interior de la SCT. La DGDC se encarga de propiciar el desarrollo y el eficiente funcionamiento del sistema nacional de carreteras y su conectividad con otros modos de transportes mediante la planeación, programación e instrumentación de estrategias de inversión y la supervisión, seguimiento y evaluación operativa, técnica, normativa y financiera que contribuyan a incrementar la calidad, continuidad y seguridad de los servicios que se ofrecen a la población, la competitividad de los sectores productivos y la integración regional del país. Además, se preocupa por satisfacer las necesidades de comunicación en todo el país, a través de la construcción de vías terrestres de altas especificaciones, cumpliendo con los estándares marcados a nivel internacional. Dentro de sus atribuciones se encuentra la relacionada con este proyecto, que consiste en verificar el estado físico de los caminos y puentes concesionados, así como emitir disposiciones relativas a su conservación y mantenimiento.

La DGST lleva a cabo la evaluación periódica del nivel de calidad de las carreteras, considerando la parte del estado físico de éstas, es decir, considerando indicadores como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), la Profundidad de la Rodera (PR) y la Calificación de la Corona, indicadores que ya han sido definidos con anterioridad en este proyecto. Para las carreteras concesionadas, la DGST manda la información de estos indicadores a la DGDC. La información recibida en la DGDC tiene que ser depurada, para finalmente obtener los valores de IRI, PR y Calificación de la Corona para la red de carreteras concesionadas de una manera más concreta, clasificándola por Ejes Troncales Carreteros y que sirva para poder evaluar la calidad que se está ofreciendo en el estado físico.

3.2.2 Información Obtenida

La información obtenida, a través de la entrevista con funcionarios de la Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC), fue un disco compacto con la información ya depurada, de los indicadores: IRI, PR y Calificación de la Corona (*Índice de Rugosidad Internacional (IRI)*, *Profundidad de la Rodería (PR)* y *Calificación de la Corona de la Red de Cuota, 2010*); además, esta información ya se encontraba distribuida por eje troncal y era la correspondiente a cada uno de los tres considerados en este trabajo.

3.3 Dirección General de Servicios Técnicos

3.3.1 Entrevista

La entrevista, en este caso, fue realizada a funcionarios de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), obteniéndose a partir de la misma la siguiente información:

La DGST se encarga de brindar apoyo técnico integral y multidisciplinario para la planeación, estudio, diseño, proyecto, construcción, conservación y operación de la RCF, mediante la más avanzada tecnología disponible.

La DGST lleva a cabo la evaluación del nivel de calidad de las carreteras, considerando la parte del estado físico y capacidad de éstas, es decir, considerando el registro de datos que se obtiene para:

- Datos Viales: Es el registro de volúmenes de tránsito correspondientes a la RCF, tanto libre como de cuota.
- Capacidad: Es el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un periodo de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito. Cabe mencionar que el registro de la capacidad únicamente se realiza en esta dependencia para la red federal.
- Calificación de la Corona: Para obtenerla se emplea la Normativa para Calificar el Estado Físico de un Camino, siendo la más actual la de 1996, sin embargo, siguen utilizando la Normativa de 1995 por parecerles más adecuada.

3.3.2 Información Obtenida

La información obtenida, a través de la entrevista con funcionarios de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), consistió en archivos que contiene información de los Datos Viales (*Datos Viales, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011*), Capacidad (*Capacidad Vial de la*

Red Carretera Federal Libre, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011) y la Calificación de la Corona (*Calificación de la Corona de la Red Carretera Nacional, 2010.* Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011); sin embargo, de esta información proporcionada sólo se empleó lo referente a Datos Viales, ya que en cuestión de la Capacidad únicamente venían datos para las carreteras libres y para el caso del presente proyecto se necesita la capacidad de las carreteras de cuota, y en cuanto a la calificación de la corona se hizo uso de la información proporcionada por DGDC, ya que ésta venía depurada y además venía sólo la información de los ejes troncales considerados en el proyecto.

4 Evaluación de los ejes troncales considerados

Se evalúan los tres ejes troncales considerados, utilizando, de los diferentes criterios mencionados en el Capítulo 2, aquéllos que fueron posibles de aplicar a partir de la información obtenida de los organismos cuyos funcionarios fueron entrevistados, según se describió en el capítulo anterior.

También se utilizó la información contenida en el Inventario Nacional de Infraestructura del Transporte (INIT) (Instituto Mexicano del Transporte, s/f), el cual es un sistema de información geográfica desarrollado por el IMT que contiene la georreferenciación de todas las carreteras nacionales, incluyendo los tres corredores considerados en este estudio, a través de una serie de capas que incorporan la división política del país, los tramos de la red, la ubicación de las casetas de peaje, las principales localidades, los flujos vehiculares (en términos del tránsito diario promedio anual o TDPA), la capacidad vial por sentido, etc.

4.1 Índices de Siniestralidad

A partir de la georreferenciación de los tramos de las carreteras de cuota en el INIT, los Datos Viales de la DGST y las bases de datos de accidentes de CAPUFE, se obtuvo la información contenida en la Tabla 4.1 para los años 2008 a 2010. En ésta se presenta, para las carreteras de cuota operadas por CAPUFE, su longitud total, los vehículos-kilómetro anuales recorridos en ellas, así como los saldos de accidentes, muertos y lesionados registrados en cada año; y los índices correspondientes por cada 100 millones de vehículos-kilómetro (accidentalidad, morbilidad y mortalidad), así como el 90% de su valor.

Utilizando las mismas fuentes de información, se obtuvo la Tabla 4.2, cuya primera columna presenta cada uno de los tres años considerados; la columna 2, los tres corredores en estudio; la columna 3, los tramos de cada corredor; la columna 4, la longitud de cada tramo; la columna 5, el tránsito diario promedio anual (TDPA); la columna 6, los vehículos-kilómetro anuales; las columnas 7 a 9, los saldos de accidentes, muerto y lesionados registrados en el año; y las columnas 10 a 12, los índices correspondientes por cada 100 millones de vehículos-kilómetro.

Tabla 4.1. Datos de accidentes de la red operada por CAPUFE para los años 2008 a 2010.

| Año | Longitud (km) | Veh-km (millones) | Saldos | | | Índices (por cada 100 millones de Veh-km) | | | 90% de los índices | | |
|------|---------------|-------------------|------------|---------|------------|---|------------|------------|--------------------|------------|------------|
| | | | Accidentes | Muertos | Lesionados | Accidentalidad | Mortalidad | Morbilidad | Accidentalidad | Mortalidad | Morbilidad |
| 2008 | 3932.32 | 16343.82 | 21205 | 707 | 10164 | 129.74 | 4.33 | 62.19 | 116.77 | 3.89 | 55.97 |
| 2009 | 4680.56 | 17562.69 | 19768 | 751 | 10350 | 112.56 | 4.28 | 58.93 | 101.30 | 3.85 | 53.04 |
| 2010 | 4665.45 | 18157.20 | 20573 | 821 | 10439 | 113.30 | 4.52 | 57.49 | 101.97 | 4.07 | 51.74 |

Las Tablas 4.1 y 4.2 permiten aplicar el criterio de seguridad vial de España (Delgado C. y Vasallo, J. M. s/f), en el que una carretera es aceptable si sus índices son inferiores al 90% de los índices promedio para todas las carreteras de cuota. En la Tabla 4.2, en las últimas tres columnas se señalan con números en negrillas los índices que resultan superiores al 90% de sus valores correspondientes en las últimas tres columnas de la Tabla 4.1.

Puede concluirse que:

- Para el corredor México-Irapuato, para el año 2008, el 37.5% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 37.5% con el criterio de mortalidad. Para el año 2009, el 37.5% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y 18.8% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 37.5% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 37.5% con el criterio de mortalidad.
- Para el corredor México-Veracruz, para el año 2008, el 74.3% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, el mismo 74.3% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 74.3% con el criterio de mortalidad. Para el año 2009, el 87.2% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, 74.3% con el criterio de morbilidad, y el mismo 74.3% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 100% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, el mismo 100% con el criterio de mortalidad, y 74.3% con el criterio de morbilidad.
- Para el corredor México-Acapulco, para el año 2008, el 59.2% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, 9.2% con el criterio de morbilidad, y 90.6% con el criterio de mortalidad. Para el año 2009, el 59.2% de su longitud no cumple con el criterio español de accidentalidad, 50% con el criterio de morbilidad, y el mismo 50% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 18.4% de su longitud no cumple

con el criterio español de accidentalidad, 100% con el criterio de morbilidad, y 81.7% con el criterio de mortalidad.

Asimismo, los valores en negrillas en la Tabla 4.2 señalan los tramos en los que la realización de acciones de seguridad es más urgente, dado que se encuentran en condición menos favorables (**el tramo Querétaro-Irapuato del corredor México-Irapuato no cumple con el criterio de mortalidad para 2010, así como todos los tramos del México-Veracruz, y el tramo Cuernavaca-Acapulco del corredor México-Acapulco**).

4.2 Índice de Rugosidad Internacional

En este trabajo no se presentan análisis de la información de Índices de Servicio Actual (o ISA) para los tramos de los corredores, porque ésta es una medida subjetiva y, por lo mismo de menor calidad, que la información de mayor objetividad, que sí se analiza con detalle, referente al Índice de Rugosidad Internacional (o IRI).

A partir de la información de IRI proporcionada por la DGDC, se obtuvo el IRI promedio por segmento y por sentido de circulación en el Anexo A, para los tres corredores considerados. A su vez, la información en el Anexo A permitió generar los valores en la Tabla 4.3, la cual muestra en su primera columna, los tres años considerados; en la columna 2, los tres corredores en estudio; en la columna 3, los tramos de cada corredor; en la columna 4, la longitud de cada tramo; en la columna 5, el porcentaje de la longitud de cada tramo con $IRI < 2m/km$; así como el porcentaje de la longitud de cada tramo con $IRI < 3 m/km$, IRI entre 3 y 5 e $IRI > 5$, en las columnas 6 a 8 respectivamente.

La información en la Tabla 4.3 permite aplicar el criterio español de calidad superficial relacionado con el IRI, en el que al menos en el 90% de la longitud inspeccionada el IRI debe ser $< 2m/km$. Los valores mostrados en la columna 5 indican en negrillas aquellos casos en donde dicho criterio no se cumple. Puede observarse que aunque varios tramos de las autopistas analizadas no cumplen con el criterio español (Columna 5), casi todos los tramos se encuentran en un estado físico de "Bueno". Esto quiere decir que aunque no cumplan con al menos el 90% de su longitud con un IRI menor a 2, casi el 100% de la longitud de todos los tramos estudiados se encuentra con un IRI menor a 3.

Tabla 4.2. Datos de accidentes e índices de las autopistas de cuota en estudio para los años 2008 a 2010.

| Año | Carretera | Tramos | Longitud (km) | TDPA (veh/día) | Accidentes | Muertos | Lesionados | Veh-km anuales (millones) | Índices (por cada 100 millones de veh-km) | | |
|---------------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------|------------|---------|------------|---------------------------|---|--------------|---------------|
| | | | | | | | | | Accidentalidad | Mortalidad | Morbilidad |
| 2008 | México-Irapuato | México-Querétaro | 174.47 | 21888 | 725 | 39 | 478 | 1393.88 | 52.01 | 2.80 | 34.29 |
| | | Querétaro-México | 174.47 | 21888 | 684 | 25 | 455 | 1393.88 | 49.07 | 1.79 | 32.64 |
| | | Querétaro-Irapuato | 104.75 | 9044 | 539 | 22 | 328 | 345.79 | 155.88 | 6.36 | 94.86 |
| | | Irapuato-Querétaro | 104.75 | 9044 | 535 | 14 | 230 | 345.79 | 154.72 | 4.05 | 66.52 |
| | México-Veracruz | México-Puebla | 110.06 | 20295 | 1233 | 40 | 733 | 815.25 | 151.24 | 4.91 | 89.91 |
| | | Puebla-México | 110.06 | 20295 | 1571 | 34 | 832 | 815.25 | 192.70 | 4.17 | 102.05 |
| | | Puebla-Córdoba | 173.45 | 9330 | 1133 | 45 | 891 | 590.63 | 191.83 | 7.62 | 150.86 |
| | | Córdoba-Puebla | 173.45 | 9330 | 959 | 53 | 730 | 590.63 | 162.37 | 8.97 | 123.60 |
| | | Córdoba-Veracruz | 98.00 | 5087 | 171 | 4 | 69 | 181.96 | 93.98 | 2.20 | 37.92 |
| | | Veracruz-Córdoba | 98.00 | 5087 | 136 | 3 | 42 | 181.96 | 74.74 | 1.65 | 23.08 |
| | México-Acapulco | México-Cuernavaca | 61.54 | 19572 | 1057 | 19 | 444 | 439.63 | 240.43 | 4.32 | 100.99 |
| | | Cuernavaca-México | 61.54 | 19572 | 624 | 10 | 238 | 439.63 | 141.94 | 2.27 | 54.14 |
| Cuernavaca-Acapulco | | 273.80 | 5463 | 728 | 25 | 298 | 545.96 | 133.34 | 4.58 | 54.58 | |
| Acapulco-Cuernavaca | | 273.80 | 5463 | 527 | 22 | 304 | 545.96 | 96.53 | 4.03 | 55.68 | |
| 2009 | México-Irapuato | México-Querétaro | 174.47 | 21428 | 669 | 44 | 430 | 1364.58 | 49.03 | 3.22 | 31.51 |
| | | Querétaro-México | 174.47 | 21428 | 653 | 51 | 516 | 1364.58 | 47.85 | 3.74 | 37.81 |
| | | Querétaro-Irapuato | 104.75 | 10711 | 447 | 13 | 247 | 409.52 | 109.15 | 3.17 | 60.31 |
| | | Irapuato-Querétaro | 104.75 | 10711 | 474 | 24 | 241 | 409.52 | 115.74 | 5.86 | 58.85 |
| | México-Veracruz | México-Puebla | 110.06 | 20138 | 1121 | 37 | 674 | 808.94 | 138.58 | 4.57 | 83.32 |
| | | Puebla-México | 110.06 | 20138 | 1565 | 36 | 1009 | 808.94 | 193.46 | 4.45 | 124.73 |
| | | Puebla-Córdoba | 173.45 | 9423 | 935 | 44 | 639 | 596.54 | 156.74 | 7.38 | 107.12 |
| | | Córdoba-Puebla | 173.45 | 175 | 751 | 25 | 516 | 11.09 | 125.89 | 4.19 | 86.50 |
| | | Córdoba-Veracruz | 98.00 | 4874 | 214 | 3 | 74 | 174.34 | 122.75 | 1.72 | 42.45 |
| | | Veracruz-Córdoba | 98.00 | 4874 | 155 | 1 | 53 | 174.34 | 88.91 | 0.57 | 30.40 |
| | México-Acapulco | México-Cuernavaca | 61.54 | 16969 | 1022 | 20 | 471 | 381.16 | 268.13 | 5.25 | 123.57 |
| | | Cuernavaca-México | 61.54 | 16969 | 510 | 12 | 183 | 381.16 | 133.80 | 3.15 | 48.01 |
| Cuernavaca-Acapulco | | 273.80 | 5122 | 611 | 24 | 383 | 511.88 | 119.36 | 4.69 | 74.82 | |
| Acapulco-Cuernavaca | | 273.80 | 5122 | 487 | 19 | 255 | 511.88 | 95.14 | 3.71 | 49.82 | |
| 2010 | México-Irapuato | México-Puebla | 174.47 | 45646 | 1413 | 68 | 947 | 2906.84 | 48.61 | 2.34 | 32.58 |
| | | Puebla-México | 104.75 | 21840 | 1140 | 39 | 601 | 835.03 | 136.52 | 4.67 | 71.97 |
| | México-Veracruz | México-Puebla | 110.06 | 41032 | 2500 | 85 | 1614 | 1648.26 | 151.68 | 5.16 | 97.92 |
| | | Puebla-Acatzingo | 38.55 | 26550 | 677 | 24 | 384 | 373.53 | 181.24 | 6.43 | 102.80 |
| | | Acatzingo-Cd Mendoza | 95.60 | 13270 | 741 | 26 | 427 | 463.04 | 160.03 | 5.62 | 92.22 |
| | | Cd Mendoza-Córdoba | 39.30 | 28018 | 703 | 20 | 361 | 401.90 | 174.92 | 4.98 | 89.82 |
| | | Córdoba-Veracruz | 98.00 | 10324 | 447 | 35 | 187 | 369.29 | 121.04 | 9.48 | 50.64 |
| | México-Acapulco | México-Cuernavaca | 61.54 | 33714 | 1324 | 17 | 557 | 757.29 | 174.83 | 2.24 | 73.55 |
| Cuernavaca-Acapulco | | 273.80 | 10850 | 919 | 45 | 817 | 1084.32 | 84.75 | 4.15 | 75.35 | |

A partir de la quinta columna de la Tabla 4.3, construida para aplicar el criterio español, puede concluirse que:

- El tramo en mejor estado general en el corredor México-Irapuato en 2008 fue el Querétaro-Irapuato, en tanto que el tramo en peor estado general fue el sentido opuesto del tramo anterior, es decir el Irapuato-Querétaro; ninguno de los tramos de este corredor cumplen con el criterio español para 2008. Para el corredor México-Veracruz, los tramos en mejor estado general en 2008 fueron el México-Puebla y el Veracruz-Córdoba (ambos cumpliendo con el criterio español), en tanto que el tramo en peor estado general resultó ser el Córdoba-Veracruz. Para el corredor México-Acapulco, el tramo en mejor estado general resultó ser el Cuernavaca-México, siendo el Cuernavaca-Acapulco y su sentido opuesto los dos tramos en peor estado general.
- Para 2009, la situación de todos los tramos en general es más crítica en relación con el criterio español, cumpliendo con éste sólo el tramo Cuernavaca-Acapulco.
- **Para el 2010, los mejores tramos del corredor México-Irapuato son el Querétaro-México y el Querétaro-Irapuato, siendo los peores el México-Querétaro y el Irapuato-Querétaro. En el corredor México-Veracruz, los peores tramos en ese año son el Puebla-Córdoba y su sentido opuesto, así como el Veracruz-Córdoba. Para el corredor México-Acapulco, todos sus tramos cumplen con el criterio español.**
- **Globalmente, el 50.21% de la red evaluada en los tres años (tres veces la longitud de los tres corredores) presentó IRI < 2.**

A partir de las columnas sexta a octava de la Tabla 4.3, construida con base en los criterios del HDM, puede concluirse que:

- Para el corredor México-Irapuato, para los tres años, el 99.2% de su longitud se encuentra en estado “Bueno”, según el criterio del HDM-4.
- Para el corredor México-Veracruz, para los tres años, el 100% de su longitud se encuentra en estado “Bueno”.
- Para el corredor México-Acapulco, para los tres años, el 100% de su longitud se encuentra en estado “Bueno”.
- Globalmente, casi el 100% de la red evaluada en los tres años (tres veces la longitud de los tres corredores) se encontró en estado “Bueno” (IRI < 3).

Tabla 4.3. Porcentajes de longitud clasificados de acuerdo a su IRI en cada eje troncal.

| Años | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con IRI < 2 m/km | Porcentaje de la longitud con IRI (m/km): | | |
|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|--|---|-----------------------|--------------------|
| | | | | | Bueno IRI < 3 | Aceptable 3 ≤ IRI ≤ 5 | Deficiente IRI > 5 |
| 2008 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 52.91 | 97.24 | 2.76 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 55.01 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 69.28 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 35.74 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 96.34 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | No hay datos | | | |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 64.23 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 64.23 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 53.55 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 59.93 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 86.09 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 49.42 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 49.42 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2009 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 34.27 | 97.24 | 2.76 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 31.33 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 31.16 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 45.63 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 48.05 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 59.93 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 93.52 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 65.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2010 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 45.36 | 97.24 | 2.76 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 73.19 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 77.84 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 81.87 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 55.53 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 53.55 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |

4.3 Profundidad de Rodera

A partir de la información de profundidad de rodera proporcionada por la DGDC, se generó la Tabla 4.4, la cual presenta el porcentaje de la longitud de cada tramo que cumple con los criterios más restrictivos, es decir, el colombiano que establece que la profundidad de rodera no debe ser mayor a 6 mm, y el mexicano y canadiense que establecen que no debe ser mayor a 10 mm.

Como es evidente de la información en la Tabla 4.4, el 100% de la longitud de los tres corredores, cumplió con los criterios anteriores en 2008 y con el criterio mexicano y canadiense en los tres años. Sin embargo, en relación con el criterio colombiano, ya algunos segmentos del tramo México-Querétaro del corredor México-Irapuato ya no cumplieron con dicho criterio, así como de varios tramos (México-Puebla y ambos sentidos del Puebla-Córdoba) del corredor México-Veracruz.

En 2009, en el corredor México-Irapuato ya hay algunos segmentos del tramo México-Querétaro que no cumplen con el criterio colombiano; así como, en el corredor México-Veracruz, algunos segmentos de los tramos México-Puebla, y Puebla-Córdoba en los dos sentidos.

La situación empeora en extensión y magnitud en 2010, con tres tramos del corredor México-Irapuato en los que algunos segmentos no cumplen con el criterio colombiano (ambos sentidos del México-Querétaro y el Irapuato-Querétaro); y dos del México-Veracruz (México-Puebla y Puebla-Córdoba), siendo el más crítico el tramo Puebla-Córdoba donde sólo el 17.9% cumple con el criterio colombiano.

Destaca el hecho de que el Corredor México-Acapulco cumple con el criterio colombiano en toda su longitud durante los tres años.

4.4 Calificación de la Corona

La Tabla 4.5 resume los resultados del procesamiento de la información de calificación de la corona (C), proporcionada por la DGDC para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. Las razones por las cuales la corona se califica en cualquiera de 5 estados (“Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy Malo”), se expusieron en el Capítulo 2.

Para el primer semestre de 2009 y el corredor México – Irapuato, sus tres tramos quedaron en calificaciones de “Bueno” ($4 > C \geq 3$) y “Muy Bueno” ($C \geq 4$). Para el corredor México – Veracruz, en el tramo Puebla – México, 24.37% quedó en calificación de “Regular” ($C \geq 4$) (el resto en “Bueno” y “Muy Bueno”); en tanto que en el tramo Puebla-Córdoba, 35.78% quedó en esa calificación; así como el 100% del tramo Córdoba-Puebla. Para el corredor México-Acapulco, también sus tres tramos quedaron en calificaciones de “Bueno” y “Muy Bueno”.

Para el segundo semestre de 2009, el panorama en los tramos de los tres corredores es similar que para 2008.

Para los dos semestres de 2010, casi todos los tramos de todos los corredores quedaron en calificación de “Bueno” y “Muy Bueno”, con excepción de algunos segmentos del tramo México-Querétaro (corredor México-Irapuato) y México-Puebla (corredor México-Veracruz).

Tabla 4.4. Porcentaje de la longitud de cada tramo que en relación con la profundidad de roderas cumple con el criterio mexicano y canadiense (columna 5) y el colombiano (columna 6).

| Años | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje longitud con PR < 10 mm | Porcentaje longitud con PR < 6 mm |
|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 2008 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 100.00 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 100.00 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 100.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 100.00 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 100.00 | 100.00 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 100.00 | 100.00 |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 100.00 | 100.00 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 100.00 | 100.00 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |
| 2009 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 81.83 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 100.00 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 100.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 100.00 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 100.00 | 85.83 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 100.00 | 100.00 |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 100.00 | 82.13 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 100.00 | 89.74 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |
| 2010 | México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 81.83 |
| | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 81.83 |
| | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 100.00 |
| | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 91.98 |
| | México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 100.00 | 86.89 |
| | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 100.00 | 100.00 |
| | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 100.00 | 17.90 |
| | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 100.00 | 100.00 |
| | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 100.00 |
| | México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 100.00 | 100.00 |
| CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |
| ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 100.00 | 100.00 | |

Tabla 4.5. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de la corona.

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de corona (C) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > C | 2 > C ≥ 1 | 3 > C ≥ 2 | 4 > C ≥ 3 | C ≥ 4 |
| 2009 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.63 | 80.37 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.45 | 67.55 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.85 | 42.15 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.85 | 42.15 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 38.73 | 61.28 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 24.37 | 30.78 | 44.85 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.53 | 87.47 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.03 | 72.97 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.03 | 72.97 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 64.18 | 35.82 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.55 | 52.45 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.85 | 42.15 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 22.11 | 35.74 | 42.15 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.48 | 55.53 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.48 | 55.53 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 17.04 | 82.97 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.22 | 46.78 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 26.16 | 73.84 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 40.68 | 59.32 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.03 | 72.97 | | |

Tabla 4.5. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de la corona. (Continuación)

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de corona (C) de: | | | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > C | 2 > C ≥ 1 | 3 > C ≥ 2 | 4 > C ≥ 3 | C ≥ 4 |
| 2010 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 47.55 | 52.45 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 9.54 | 56.19 | 34.27 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.85 | 42.15 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.85 | 42.15 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 46.88 | 53.13 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 28.39 | 71.62 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.22 | 46.78 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.22 | 46.78 |
| | | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.53 | 87.47 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.53 | 87.47 |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 80.99 | 19.01 |
| | | | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 62.86 | 37.14 |
| | | | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 6.18 | 71.75 | 22.07 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 77.93 | 22.07 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.11 | 77.89 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| | | | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 29.20 | 38.28 | 32.52 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 68.85 | 31.16 |
| MÉXICO-ACAPULCO | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | | |
| | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | | |
| | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | | |
| | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | | |
| MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.53 | 87.47 | | |
| | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.89 | 42.11 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 50.47 | 49.53 | | |

4.5 Calificación del Drenaje

La Tabla 4.6 resume los resultados del procesamiento de la información de calificación del drenaje (D), proporcionada por la DGDC para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. Las razones por las cuales el drenaje se califica en cualquiera de 5 estados (“Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy Malo”), se expusieron en el Capítulo 2.

Puede observarse que para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” (1>D) y “Malo” (2>D≥1).

4.6 Calificación del Derecho de Vía

La Tabla 4.7 resume los resultados del procesamiento de la información de calificación del derecho de vía (DV), proporcionada por la DGDC para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. Las razones por las cuales el derecho de vía se califica en cualquiera de 5 estados (“Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy Malo”), se expusieron en el Capítulo 2.

Para el año 2009, puede observarse que para el primer semestre del año, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” (2>D≥1) y “Regular” (2>D≥1). Para el segundo semestre del año, casi el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” (2>D≥1) y “Regular” (2>D≥1), con excepción de los tramos de México – Querétaro y Querétaro – Irapuato del corredor México-Irapuato que quedaron con una calificación de “Muy Malo” (1>D).

Para el año 2010, puede observarse que para los dos semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” (1>D) y “Malo” (2>D≥1).

4.7 Calificación del Señalamiento Vertical

La Tabla 4.8 resume los resultados del procesamiento de la información de calificación del señalamiento vertical (SV), proporcionada por la DGDC para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. Las razones por las cuales el señalamiento vertical se califica en cualquiera de 5 estados (“Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy Malo”), se expusieron en el Capítulo 2.

Puede observarse que para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” ($1 > D$) y “Malo” ($2 > D \geq 1$).

Tabla 4.6. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de drenaje.

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de drenaje (D) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|----------------|----------------|----------------|------------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | $1 > D$ | $2 > D \geq 1$ | $3 > D \geq 2$ | $4 > D \geq 3$ | $D \geq 4$ |
| 2009 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 56.07 | 43.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 58.18 | 41.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 71.25 | 28.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 58.13 | 41.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 52.79 | 47.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 88.64 | 11.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 98.64 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 46.21 | 53.79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 67.09 | 32.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.6. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de drenaje. (Continuación)

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de drenaje (D) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > D | 2 > D ≥ 1 | 3 > D ≥ 2 | 4 > D ≥ 3 | D ≥ 4 |
| 2010 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 40.00 | 60.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 15.72 | 84.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 15.72 | 84.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 34.42 | 65.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 50.57 | 49.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 59.69 | 40.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 44.48 | 55.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 45.84 | 54.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 84.25 | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 39.15 | 60.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 64.01 | 35.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.7. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de derecho de vía.

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de derecho de vía (DV) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|------------|------------|------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > DV | 2 > DV ≥ 1 | 3 > DV ≥ 2 | 4 > DV ≥ 3 | DV ≥ 4 |
| 2009 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 1.55 | 98.45 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 33.54 | 66.46 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 10.89 | 89.12 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 10.89 | 89.12 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 46.78 | 53.22 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 0.00 | 20.85 | 79.15 | 0.00 | 0.00 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 0.00 | 34.51 | 65.49 | 0.00 | 0.00 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 22.91 | 77.09 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 69.28 | 30.72 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 11.94 | 88.07 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 56.21 | 43.80 | 0.00 | 0.00 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 17.90 | 82.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 0.00 | 46.78 | 53.22 | 0.00 | 0.00 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 34.51 | 65.49 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 38.14 | 61.86 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.7. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de derecho de vía. (Continuación)

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación de derecho de vía (DV) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|---------------|---------------|--------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > DV | 2 > DV ≥ 1 | 3 > DV ≥ 2 | 4 > DV ≥ 3 | DV ≥ 4 |
| 2010 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 65.72 | 34.27 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 65.72 | 34.27 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 57.85 | 42.15 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 17.90 | 17.87 | 0.00 | 64.23 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 46.78 | 53.22 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 21.89 | 78.11 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 0.00 | 24.49 | 75.51 | 0.00 | 0.00 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 0.00 | 24.49 | 75.51 | 0.00 | 0.00 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 25.01 | 74.99 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 25.01 | 74.99 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 57.85 | 42.15 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 28.39 | 71.62 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 44.48 | 55.53 | 0.00 | 0.00 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 0.00 | 25.51 | 74.49 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 0.00 | 17.04 | 82.97 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 7.65 | 92.35 | 0.00 | 0.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 48.04 | 51.96 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 56.06 | 43.94 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.8. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación del señalamiento vertical.

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación del señalamiento vertical (SV) de: | | | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|---|---------------|------------|------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > SV | 2 > SV ≥ 1 | 3 > SV ≥ 2 | 4 > SV ≥ 3 | SV ≥ 4 |
| 2009 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 17.04 | 82.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 17.04 | 82.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MÉXICO-ACAPULCO | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 35.78 | 64.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 35.78 | 64.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.8. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación de señalamiento vertical. (Continuación)

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación del señalamiento vertical (SV) de: | | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|------------|------------|------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > SV | 2 > SV ≥ 1 | 3 > SV ≥ 2 | 4 > SV ≥ 3 | SV ≥ 4 |
| 2010 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 16.77 | 83.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.68 | 99.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PUEBLA-CÓRDOBA | | | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-PUEBLA | | | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CÓRDOBA-VERACRUZ | | | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| VERACRUZ-CÓRDOBA | | | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| MÉXICO-ACAPULCO | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

4.8 Calificación del Señalamiento Horizontal

La Tabla 4.9 resume los resultados del procesamiento de la información de calificación del señalamiento horizontal (SH), proporcionada por la DGDC para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. Las razones por las cuales el señalamiento horizontal se califica en cualquiera de 5 estados (“Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy Malo”), se expusieron en el Capítulo 2.

Puede observarse que para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” ($2 > D \geq 1$) y “Regular” ($2 > D \geq 1$).

4.9 Congestión

La información con que se cuenta, sólo permitió evaluar la calidad del flujo vehicular en términos del tránsito diario promedio anual (TDPA) (*Datos Viales, 2010*. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011) y de la capacidad vial (*Capacidad Vial de la Red Carretera Federal Libre, 2010*. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011) para ambos sentidos de cada tramo de cada corredor, en el año 2010.

La Tabla 4.10 clasifica la longitud de cada tramo que quedó en cada uno de los seis niveles de servicio considerados por el Manual de Capacidad Vial de la AASHTO (TRB, 2010). **Puede observarse que casi todos los tramos de todos los corredores, para condiciones anuales promedio, quedaron en los niveles de servicio “A” y “B” (flujo libre y flujo estable con pocas interacciones vehiculares respectivamente).** Sólo algunos segmentos del tramo Puebla-México en ambos sentidos de circulación, del Corredor México-Veracruz, quedaron en el nivel “C” (flujo estable con nivel significativo de interacciones vehiculares).

Lo anterior no significa que en algunos momentos de elevada demanda (p. ej. períodos vacacionales), o cuando ocurren percances como son los accidentes, los niveles de calidad del flujo no lleguen temporalmente a condiciones de inestabilidad, como son los niveles de servicio E y F. Esto tendría mayor probabilidad de ocurrir en los segmentos de los tramos que presentan los menores niveles (“B” y “C”) en la Tabla 4.10 (ambos sentidos del tramo México-Querétaro, México-Puebla, Puebla-Córdoba y Cuernavaca-Acapulco).

4.10 Encuestas de Calidad a Usuarios

Como ya se mencionó en el Capítulo 3, la opinión en general de los usuarios es que los servicios proporcionados son de buena calidad. Cuando el tiempo de espera en cola en las casetas de cobro fue de menos de 2 minutos, más del 95%

de los usuarios consideró que ese tiempo era aceptable, por lo tanto deberá buscarse que en todo momento se cumpla con ese estándar. Lo anterior requerirá de incrementar el número de plazas de cobro funcionando, en los períodos de elevada demanda por ejemplo.

Tabla 4.9. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación del señalamiento horizontal.

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación del señalamiento horizontal (SH) de: | | | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|---|---------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > SH | 2 > SH ≥ 1 | 3 > SH ≥ 2 | 4 > SH ≥ 3 | SH ≥ 4 |
| 2009 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 77.76 | 22.24 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 99.83 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 44.48 | 55.53 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 67.48 | 32.52 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 26.76 | 73.24 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 12.53 | 87.47 | 0.00 | 0.00 |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 80.99 | 19.01 | 0.00 | 0.00 |
| | | | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 80.99 | 19.01 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 81.82 | 18.17 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 68.85 | 31.16 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 75.63 | 24.37 | 0.00 | 0.00 |
| MÉXICO-ACAPULCO | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 17.90 | 17.87 | 64.23 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | 0.00 | 0.00 | | |
| | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 86.47 | 13.53 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 96.37 | 3.63 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.9. Porcentaje de la longitud de cada tramo de cada corredor que cumple con el criterio mexicano de calificación del señalamiento horizontal. (Continuación)

| Años | Semestre | Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con calificación del señalamiento horizontal (SH) de: | | | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|---|---------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | Muy Malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| | | | | | 1 > SH | 2 > SH ≥ 1 | 3 > SH ≥ 2 | 4 > SH ≥ 3 | SH ≥ 4 |
| 2010 | I | MÉXICO-IRAPUATO | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 40.00 | 60.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 77.76 | 22.24 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 57.85 | 42.15 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 75.63 | 24.37 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 45.84 | 54.16 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-ACAPULCO | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 46.21 | 53.79 | 0.00 | 0.00 |
| | | | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | II | MÉXICO-IRAPUATO | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 0.00 | 86.35 | 13.65 | 0.00 | 0.00 |
| | | | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | MÉXICO-VERACRUZ | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 0.00 | 57.85 | 42.15 | 0.00 | 0.00 |
| | | | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 0.00 | 44.48 | 55.53 | 0.00 | 0.00 |
| | | | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 0.00 | 44.48 | 55.53 | 0.00 | 0.00 |
| MÉXICO-ACAPULCO | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 0.00 | 35.78 | 64.23 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | 0.00 | 0.00 | | |
| | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 0.00 | 46.45 | 53.55 | 0.00 | 0.00 | | |
| MÉXICO-ACAPULCO | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 0.00 | 46.21 | 53.79 | 0.00 | 0.00 | | |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 15.38 | 84.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

Tabla 4.10. Porcentaje de la longitud de cada tramo con diferentes niveles de servicio para el año de 2010.

| Carretera | Tramos | Longitud (km) | Porcentaje de la longitud con Nivel de Servicio: | | | | | |
|-----------------|---------------------|---------------|--|-------------|--------------|------|------|------|
| | | | A | B | C | D | E | F |
| México-Irapuato | MÉXICO-QUERÉTARO | 174.47 | 96.09 | 3.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | QUERÉTARO-MÉXICO | 174.47 | 96.09 | 3.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | QUERÉTARO-IRAPUATO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | IRAPUATO-QUERÉTARO | 104.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| México-Veracruz | MÉXICO-PUEBLA | 110.06 | 86.89 | 0.00 | 13.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | PUEBLA-MÉXICO | 110.06 | 86.89 | 0.00 | 13.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | PUEBLA-CÓRDOBA | 173.45 | 90.58 | 9.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CÓRDOBA-PUEBLA | 173.45 | 90.58 | 9.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CÓRDOBA-VERACRUZ | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | VERACRUZ-CÓRDOBA | 98.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| México-Acapulco | MÉXICO-CUERNAVACA | 61.54 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-MÉXICO | 61.54 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | CUERNAVACA-ACAPULCO | 273.80 | 95.76 | 4.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | ACAPULCO-CUERNAVACA | 273.80 | 95.76 | 4.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

5 Conclusiones y recomendaciones

Los análisis que fueron posibles de realizar con la información disponible, señalan que:

- En términos de mortalidad por accidentes viales y de siniestralidad vial en general, las medidas para mejorar los índices correspondientes deben reforzarse en prácticamente todos los tramos de los tres corredores considerados. En ello pueden ayudar la realización de estudios de tratamiento de sitios de elevada concentración de accidentes, así como auditorías de seguridad vial.
- En relación con la calidad de rodamiento (Índice Internacional de Rugosidad o IRI), 50% de la longitud de los tres corredores considerados cumplió con el criterio español ($IRI < 2$). En relación con los criterios del HDM, prácticamente el 100% cayó en el estado “Bueno” ($IRI < 3$).
- En términos de la profundidad de rodera (aspecto importante a considerar tanto en términos de calidad de rodamiento como de seguridad vial), esto prácticamente no es un problema ni en relación con criterios internacionales (colombiano y canadiense en este caso) ni nacionales.
- En relación con la calificación de la corona, casi todos los tramos de todos los corredores quedaron en calificación de “Bueno” y “Muy Bueno”, por lo cual tampoco este aspecto representa un problema.
- En términos de drenaje, derecho de vía, y señalamiento horizontal y vertical, la información obtenida señala que hay un margen muy amplio para la realización de acciones enfocadas a mejorar substancialmente estos aspectos.
- En términos de calidad del flujo vehicular, esto prácticamente no es un problema para condiciones promedio imperantes en los tramos de los tres corredores, sin embargo, en ciertos segmentos de ciertos tramos y durante periodos particulares (vacaciones, ocurrencia de percances, etc.), pueden presentarse niveles de servicio cercanos a la inestabilidad. Además, ante una demanda que es nutrida y creciente en los corredores considerados, deberá estarse atento a los requerimientos de ampliación de la capacidad de los tramos.
- A partir de la encuesta a usuarios de las autopistas México-Cuernavaca, México-Puebla, México-Querétaro, México-Pachuca y Cuernavaca-Acapulco, un tiempo de espera en cola en las casetas de cobro de menos de 2 minutos

se considera adecuado en más del 95% de los casos. Por lo tanto, deberá buscarse el cumplimiento de este estándar en todo momento.

- Con relación al monto del peaje, la encuesta a usuarios arrojó que éste se considera adecuado para un peaje básico para automóviles de menos de \$1/km recorrido.
- La mayoría de los usuarios encuestados dijeron utilizar las autopistas por las ganancias en tiempo y en seguridad obtenidas.
- La opinión de los usuarios es que todos los servicios son aceptables, aunque algunos poco conocidos deben tener mayor difusión, por su gran potencial para orientar a los usuarios (p. ej. Facebook, Twitter, etc.).
- La implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) es muy rentable y tiene gran potencial de aplicación, para el mejoramiento de la eficiencia operativa y la seguridad en todas las carreteras de cuota.

Referencias

AASHTO. (2004). *A Policy on the Geometric Design of Highway and Streets (5ta ed.)*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). U.S.A.

Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2008.

Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2009.

Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2010
CAPUFE, 2011.

Bennett, C. R. and Paterson, William D O. (2000). *Documentation of HDM-4, version 1.0*. International Study of Highway Development and Management Tools (ISOHDM), United Kingdom.

Calificación de la Corona de la Red Carretera Nacional, 2010. Dirección

Capacidad Vial de la Red Carretera Federal Libre, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos. CAPUFE 2009; CAPUFE, 2010.

Datos Viales, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la (SCT). (1999). México: SCT.

Delgado C. y Vasallo, J. M. *Aplicación de Indicadores de Calidad en Concesiones de Carreteras en España*. Recuperado el 12 de septiembre de 2011 de:

<http://www.caminos.upm.es/Construcci%C3%B3n2005/economia/catedra/doc/indicadores%20de%20calidad.pdf>

Encuestas de Calidad en el Servicio, 2010. CAPUFE, 2011.

Especificaciones Técnicas de Operación y Mantenimiento. INVIAS. Colombia.

General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011.

Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Profundidad de la Rodera (PR) y Calificación de la Corona de la Red de Cuota, 2010. Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC) de la SCT, 2011.

Inventario Nacional de Infraestructura del Transporte (INIT). Instituto Mexicano del Transporte.

La Calidad en las Concesiones Viales por Peaje. Análisis y Propuestas. (2010). Recuperado el 12 de septiembre de 2011, de: <http://www.aaeap.org.ar/ponencias/congreso3/Cammisa,%20Eduardo%20Piazza,%20Gustavo.pdf>.

Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra, según la calificación del Estado Físico de un Camino, Índice de Rugosidad Internacional "IRI", Profundidad de Rodería "PR" y Resistencia a la Fricción. Dirección General de Autopistas de Cuota. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, D.F.

Manual de Capacidad Vial. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (1999). México: SCT.

Manual de Normas de Diseño Geométrico para Carreteras de Canadá. Canadá: RTAC. Roads and Transportation Association of Canada (RTAC). (1986).

Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras. (5a ed.). (1986). Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). México: SCT.

Manual de Normas Españolas sobre Diseño Geométrico de Caminos. (1999). España

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras (4ta Reimpresión). (1991). Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). México.

Metodología para el Establecimiento de Índices de Calidad en Obras Viales Concesionadas. Ministerio de Obras Públicas. Chile. http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=4.%09metodolog%C3%ADa%20para%20el%20establecimiento%20de%20%C3%ADndices%20de%20calidad%20en%20obras%20viales%20concesionadas&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.acex.ws%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D14%26Itemid%3D70&ei=7zAft-HNOdG_2QWNkjmYDw&usq=AFQjCNH_Euv7F69u4efDwxV2VaJl4EO9Ow

Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del Diccionario Normativo de

Normas para Calificar el Estado Físico de un Camino, 1995. Dirección General de Conservación de Obras Públicas. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, D.F. 1995.

Normativa para la infraestructura del transporte (Normativa SCT). Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). México.

Pavement Design Manual (1997). Alberta Transportation and Utilities (AT&U). Canada. Recuperado el 9 de octubre de 2011, de: <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType233/Production/pavedm2.pdf>

Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use (2006). Transportation Association of Canada (TAC). Recuperado el 10 de octubre de 2011, de: <http://www.tac-atc.ca/english/resourcecentre/readingroom/pdf/perf-measures-0306.pdf>

Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011.

Sistemas de gestión de la calidad. ISO 9001:2008.

TRB (2010). *Highway Capacity Manual* (5ta ed.). Transport Research Board (TRB). U.S.A.

Valencia (DNV). (1981). España

Zaragoza A. *Determination of Performance Indicators to Evaluate the Quality Level of Toll Motorways*. Consultado el 6 de octubre de 2011. <http://rru.worldbank.org/documents/toolkits/highways/pdf/58.pdf>

Anexo A

| TRAMO | Km inicial | Km final | IRI 2008 | | IRI 2009 | | IRI 2010 | |
|--|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 |
| MEXICO - LIM. EDOS. D.F./MEX. | 0.00 | 11.30 | - | - | - | - | - | - |
| LIM. EDOS. D.F./MEX. - CASETA TEPOTZOTLAN | 11.30 | 43.01 | 2.45 | 2.09 | 2.42 | 2.24 | 2.28 | 1.48 |
| CASETA TEPOTZOTLAN - ENTRONQUE JOROBAS | 43.01 | 56.18 | 1.84 | 1.79 | 2.00 | 1.97 | 2.00 | 1.90 |
| ENTRONQUE JOROBAS - LIM. EDOS. MEX./HGO. | 56.18 | 59.85 | 2.36 | 1.91 | 2.23 | 2.28 | 2.26 | 1.94 |
| LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO | 59.85 | 69.36 | 2.46 | 2.09 | 2.52 | 2.47 | 2.48 | 2.20 |
| T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX. | 69.36 | 86.00 | 1.90 | 1.75 | 2.10 | 2.16 | 1.95 | 1.94 |
| LIM. EDOS. HGO./MEX. - X.C.(JILOTEPEC-MARAVILLAS) | 86.00 | 107.00 | 1.40 | 1.67 | 1.77 | 2.00 | 1.62 | 1.77 |
| X.C.(JILOTEPEC-MARAVILLAS) - LIM. EDOS. MEX./ORO. | 107.00 | 145.50 | 1.35 | 1.36 | 1.44 | 1.49 | 1.24 | 1.25 |
| LIM. EDOS. MEX./ORO. - CASETA "PALMILLAS" | 145.50 | 145.80 | 1.08 | 1.18 | 1.26 | 1.38 | 1.06 | 1.17 |
| CASETA "PALMILLAS" - T. IZQ. TOLUCA | 145.80 | 148.50 | 1.71 | 1.73 | 2.05 | 1.95 | 1.73 | 1.69 |
| T. IZQ. TOLUCA - T. DER. OTE. SAN JUAN DEL RIO | 148.50 | 159.29 | 2.27 | 2.75 | 2.38 | 2.82 | 2.53 | 2.74 |
| T. DER. OTE. SAN JUAN DEL RIO - T. DER. PTE. SAN JUAN DEL RIO | 159.29 | 164.10 | 3.24 | 2.79 | 3.12 | 2.66 | 3.03 | 2.93 |
| T. DER. PTE. SAN JUAN DEL RIO - T. IZQ. ACAMBARO | 164.10 | 170.50 | 2.27 | 2.46 | 2.32 | 2.32 | 2.54 | 2.45 |
| T. IZQ. ACAMBARO - T. DER. LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERETARO | 170.50 | 207.00 | 2.21 | 2.43 | 2.22 | 2.22 | 2.35 | 2.22 |
| T. DER. LIBRAMIENTO NORESTE DE QUERETARO - T. DER. LIB. NORTE DE QUERETARO | 207.00 | | 2.13 | 3.57 | 3.02 | 1.93 | 2.04 | 2.29 |
| T. DER. LIBRAMIENTO NORTE DE QUERETARO - QUERETARO | | 211.60 | - | - | - | - | - | - |
| LIM. EDOS. QRO./GTO. - X.C.(CELAYA-SAN MIGUEL DE ALLENDE) | 8.97 | 44.10 | 1.93 | 2.14 | 2.08 | 2.26 | 1.91 | 2.20 |
| X.C.(CELAYA-SAN MIGUEL DE ALLENDE) - T. IZQ. SALAMANCA | 44.10 | 81.54 | 1.88 | 1.69 | 2.03 | 2.16 | 1.79 | 2.07 |
| T. IZQ. SALAMANCA - T. DER. LIBRAMIENTO DE IRAPUATO | 81.54 | 96.30 | 2.58 | 2.30 | 2.53 | 2.58 | 2.81 | 2.60 |
| T. DER. LIBRAMIENTO DE IRAPUATO - IRAPUATO | 96.30 | 104.70 | 2.63 | 2.67 | 2.50 | 2.64 | 2.30 | 2.31 |

| TRAMO | Km inicial | Km final | IRI 2008 | | IRI 2009 | | IRI 2010 | |
|---|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 |
| T.C.(MEXICO-CUERNAVACA) - CASETA DE COBRO | 18.65 | 23.36 | 1.46 | 1.55 | 1.48 | 1.71 | 1.22 | 1.43 |
| CASETA DE COBRO - PARADERO TOPILEJO | 23.36 | 31.07 | 2.21 | 2.31 | 2.15 | 2.12 | 1.87 | 1.75 |
| PARADERO TOPILEJO - LIM. EDOS. D.F./MOR. | 30.99 | 47.09 | 2.00 | 1.99 | 1.80 | 2.15 | 1.36 | 1.45 |
| LIM. EDOS. D.F./MOR. - T.IZQ. CUAUTLA | 47.09 | 70.50 | 1.76 | 1.96 | 2.04 | 1.87 | 1.38 | 1.29 |
| T.IZQ. CUAUTLA - T.IZQ. LIBRAMIENTO DE CUERNAVACA | 70.50 | 79.26 | 1.55 | 1.85 | 1.84 | 1.97 | 1.39 | 1.23 |
| T.C.(MEXICO-CUERNAVACA (CUOTA)) - T.C.(CUERNAVACA-CUAUTLIXCO) | 80.26 | 90.04 | 2.54 | 1.62 | 2.47 | 1.96 | 1.68 | 1.67 |
| T.C.(CUERNAVACA-CUAUTLIXCO) - T.C.(CUERNAVACA-IGUALA (CUOTA)) | 90.04 | 91.94 | | | | | 1.63 | 1.79 |
| CUERNAVACA - T.DER. ACATLIPA | 95.00 | 110.00 | 1.64 | 1.59 | 1.67 | 1.60 | 1.47 | 1.47 |
| T.DER. ACATLIPA - CASETA DE COBRO "ALPUYECA" | 110.00 | 119.95 | 1.87 | 1.80 | 1.73 | 1.62 | 1.59 | 1.56 |
| CASETA DE COBRO "ALPUYECA" - LIM. EDOS. MOR./GRO. | 119.95 | 147.05 | 2.12 | 2.11 | 1.77 | 1.64 | 1.62 | 1.47 |
| LIM. EDOS. MOR./GRO. - CASETA DE COBRO "PASO MORELOS" | 147.05 | 184.43 | 2.04 | 2.02 | 1.96 | 1.87 | 1.73 | 1.69 |
| CASETA DE COBRO "PASO MORELOS" - T.C.(IGUALA-CHILPANCINGO) | 184.43 | 273.65 | 1.83 | 1.89 | 1.86 | 1.67 | 1.54 | 1.51 |
| T.C.(IGUALA-CHILPANCINGO) - CASETA DE COBRO "PALO BLANCO" | 283.50 | 294.80 | 1.91 | 1.92 | 2.00 | 2.06 | 1.6 | 1.58 |
| CASETA "PALO BLANCO" - T.C.(CHILPANCINGO-ACAPULCO (TIERRA COLORADA)) | 294.80 | 326.70 | 2.12 | 2.29 | 1.98 | 2.13 | 1.92 | 1.90 |
| T.C.(CHILPANCINGO-ACAPULCO (TIERRA COLORADA)) - T.C.(CHILPANCINGO-ACAPULCO) | 326.70 | 372.20 | 2.06 | 2.21 | 1.98 | 2.00 | 1.82 | 1.93 |

| TRAMO | Km inicial | Km final | IRI 2008 | | IRI 2009 | | IRI 2010 | |
|--|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 | Sentido 1 | Sentido 2 |
| MEXICO - LIM. EDOS. D.F./MEX. | 0.00 | 17.71 | - | - | - | - | - | - |
| LIM. EDOS. D.F./MEX. - X.C.(SANTA BARBARA-HUAJUAPAN) | 17.71 | 32.14 | 1.59 | - | 2.26 | 1.90 | 2.09 | 2.15 |
| X.C.(SANTA BARBARA-HUAJUAPAN) - CASETA SAN MARCOS | 32.14 | 33.30 | 2.09 | - | 2.84 | 2.21 | 2.84 | 2.16 |
| CASETA SAN MARCOS - T. IZQ. RIO FRIO | 33.30 | 63.79 | 1.59 | - | 2.17 | 2.19 | 1.99 | 2.09 |
| T. IZQ. RIO FRIO - LIM. EDOS. MEX./PUE. | 63.79 | 65.29 | 1.87 | - | 2.25 | 1.70 | 2.08 | 1.72 |
| LIM. EDOS. MEX./PUE. - T. IZQ. TLAXCALA | 65.29 | 90.61 | 1.93 | - | 2.15 | 2.06 | 1.76 | 1.95 |
| T. IZQ. TLAXCALA - PUEBLA | 90.61 | 124.90 | 1.57 | - | 1.81 | 1.79 | 1.55 | 1.74 |
| PUEBLA - LIM. EDOS. PUE./VER. | 128.00 | 239.40 | 1.96 | 1.78 | 2.38 | 2.19 | 2.50 | 2.25 |
| LIM. EDOS. PUE./VER. - T. DER. CIUDAD MENDOZA | 239.40 | 270.40 | 2.53 | 2.14 | 2.90 | 2.68 | 2.90 | 2.91 |
| T. DER. CIUDAD MENDOZA - T. IZQ. ORIZABA | 270.40 | 285.10 | 2.12 | 2.04 | 2.30 | 2.26 | 2.31 | 2.29 |
| T. IZQ. ORIZABA - CORDOBA | 285.10 | 302.90 | 2.86 | 2.32 | 2.88 | 2.42 | 2.84 | 2.32 |
| CORDOBA - ENT. LA TINAJA | 0.00 | 45.84 | 2.31 | 1.95 | 2.05 | 2.16 | 2.21 | 2.15 |
| ENT. LA TINAJA - VERACRUZ | 45.52 | 98.00 | 1.61 | 1.73 | | | 1.81 | 2.19 |

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



**INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE**



www.imt.mx
publicaciones@imt.mx