

**XXII CONGRESO MUNDIAL DE CARRETERAS
DURBAN 2003**

CUBA - REPORTE NACIONAL

**ST1
NIVEL DE CALIDAD DE SERVICIO
DE LAS CARRETERAS
E INNOVACIONES PARA LOGRAR
LAS ASPIRACIONES DEL USUARIO**

Autor:

- Prof. Dr. Ing. Eduardo E. Díaz García
Telf: (53 7) 45 19 60
E-mai: epot3@ceniai.inf.cu

Co-autores:

- Prof. Dr. Ing. Luis Pérez Cid
- Prof. Dr. Ing. Luis E. Serrano Rodríguez
- Prof. Dr. Ing. Wigberto Sánchez González
- Ing. Emilia Fernández Sagol
- Ing. Francisco L. Marín González

República de CUBA

CONTENIDO

RESUMEN

1.- Antecedentes

2.-Método para Determinar la Calidad de Servicio de las Carreteras

2.1.- Sobre los Equipos de Medición

2.2.- Sobre los Parámetros de Calidad de Servicio y la fórmula del Índice de Seguridad-Confort

3.- Medición de la Calidad de Servicio

4.- Medidas para Mejorar la Calidad de Servicio

5.- Programa para Controlar la Calidad de Servicio

6.- Otros Aspectos relacionados con la Calidad de Servicio de las Carreteras en Cuba

RESUMEN

A partir de 1986 se iniciaron los estudios e investigaciones para establecer un método propio para medir la Calidad de Servicio de nuestras carreteras, que estuviera al alcance de nuestras posibilidades económicas y condiciones locales.

Los resultados finales de estos estudios, que se prolongaron durante más de dos años, fueron los siguientes:

A – Diseño, fabricación nacional y puesta a punto de equipos de medición (3) muy sencillos y de bajo costo, que fueron:

<u>No</u>	<u>Equipo</u>	<u>Tipo de Medición</u>
1	Péndulo Portátil "Diva"	Resistencia al Deslizamiento
2	Marco Portátil de Textura	Macrotextura
3	Regla de 3 m	Regularidad superficial

B – Determinación de los valores límites de los parámetros de Calidad de Servicio seleccionados (3), ajustados a las características de estos equipos de medición de fabricación cubana, que son:

<u>Parámetros de Calidad</u>	<u>Valores Límites</u>
Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento (CFD)	≥ 0.33
Macrotextura, mm	$\geq 0,30$ mm
Índice Internacional de Regularidad (IRI), m/km	≤ 4 m / km

C – Determinación de la fórmula para calcular el Índice de Seguridad-Confort, que fue la siguiente:

$$ISC = 0.45 E + 0.40 D + 0.15 G \quad \text{Fórmula (1)}$$

donde se tiene en cuenta:

- E: velocidad de circulación (operación), km/h
- D: los valores medidos del CFD y de la macrotextura, mm
- G: el resultado de la regularidad superficial longitudinal, m/km.

En base a este método a partir de 1996 se evaluaron 300 km de la Red de Carreteras de Interés Nacional con resultados que reflejaron un bajo nivel de la Calidad de Servicio.

La economía, sencillez, precisión y confiabilidad de los resultados de este método nos permiten recomendar su uso en los países en desarrollo. En estos casos estamos a disposición de suministrar información más detallada por la vía del intercambio técnico o la transferencia de tecnología.

1.- Antecedentes

CUBA como país subdesarrollado no dispone de los suficientes fondos financieros que son necesarios invertir cada año para conservar en buen estado de operación su relativamente extensa red vial rural con 17 731 km pavimentados, y al mismo tiempo corregir sus defectos para obtener una Calidad de Servicio acorde con las necesidades y / o aspiraciones de los usuarios.

Asimismo, en CUBA, no obstante el bajo nivel de circulación, el número de muertos por accidentes del tránsito durante el año 2001 fue de 1061 personas, que representan un índice de 7.0 muertos/10⁸ vehículo-km,

Este nivel de accidentes del tránsito en Cuba constituye la cuarta causa de muerte y la primera por causas accidentales. En los países desarrollados este índice de muertos fluctúa entre 1,0 – 2.0.

Por otra parte, la escasez de recursos financieros tampoco nos ha permitido adquirir en el exterior equipos modernos, de alto rendimiento y costo para la auscultación sistemática de las Características Superficiales de los Pavimentos para determinar el nivel de la Calidad del Servicio de nuestra red vial. Estas mediciones son indispensables para determinar las medidas correctivas que hay que aplicar en las carreteras para disminuir al mínimo posible el número de accidentes del tránsito y su secuela de muertos

2.- Método para determinar de la Calidad de Servicio de las Carreteras

Producto de esta crítica situación económica desde hace más de diez años el Departamento de Ingeniería Vial del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) inició estudios e investigaciones para establecer un método propio para determinar la Calidad del Servicio de nuestras carreteras utilizando equipos de medición de producción nacional, sencillos y de bajo costo, junto con parámetros y fórmulas en correspondencia con esos equipos y las condiciones específicas de nuestro país.

2.1.- Sobre los equipos de medición

Mediante esos estudios e investigaciones se determinó que los equipos de medición que era posible fabricar en CUBA a precios módicos eran los siguientes:

<u>No</u>	<u>Equipo</u>	<u>Tipo de Medición</u>
1	Péndulo Portátil "Diva"	Resistencia al Deslizamiento
2	Marco Portátil de Textura	Macrotextura
3	Regla de 3 m	Regularidad superficial

Equipos con un costo total inferior a \$ 500 USD.

2.2. – Sobre los parámetros de Calidad de Servicio y la fórmula del Índice de Seguridad-Confort

Asimismo, mediante estos estudios también se fijaron los valores límites de los tres parámetros que se decidieron medir para determinar la Calidad de Servicio de las carreteras de forma tal que los mismos fueran comparable a los que se obtienen en los países desarrollados con equipos de medición sofisticados, y que son los siguientes:

<u>Parámetros de Calidad</u>	<u>Valores Límites</u>
Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento (CFD)	≥ 0.33
Macrotextura	$\geq 0,30$ mm
Índice Internacional de Regularidad (IRI)	≤ 4 m / km

Por otra parte, para determinar el nivel de Calidad del Servicio de las carreteras en forma global se elaboró una tabla donde para cada categoría, a las distintas velocidades de operación, se indica el rango en el cual debe estar comprendido el Índice de Seguridad-Confort (ISC) calculado para dicha carretera:

Tabla 1

V_c km/h	Categorías del Índice de Seguridad-Confort				
	Crítica	Mal	Regular	Buena	Excelente
≥ 100	≤ 2.00	2.01- 3.10	3.11 – 3.93	3.94 – 5.40	5.41 – 6.40
90	≤ 2.90	2.91 – 4.00	4.01 – 4.83	4.84 – 6.30	6.31 – 7.30
85	≤ 3.35	3.36 – 4.45	4.46 – 5.28	5.29 – 6.75	6.76 – 7.75
80	≤ 3.80	3.81 – 5.10	5.11 – 5.84	5.85 – 7.20	7.21 – 8.20
75	≤ 4.25	4.26 – 5.35	5.36 – 6.04	6.05 – 7.65	7.66 – 8.65
70	≤ 4.70	4.71 – 5.80	5.81 – 6.49	6.50 – 8.10	8.11 – 9.10
≤ 65	≤ 5.15	5.16 – 6.25	6.26 – 6.94	6.95 – 8.55	8.56 – 10.00

Esta Tabla se elaboró utilizando la fórmula determinada mediante las investigaciones realizadas para las condiciones de las carreteras en Cuba, que es como sigue:

$$ISC = 0.45 E + 0.40 D + 0.15 G \quad \text{Fórmula (1)}$$

donde se tiene en cuenta:

- E: velocidad de circulación (operación), km/h
- D: los valores medidos del CFD y de la macrotextura, mm
- G: el resultado de la regularidad superficial longitudinal, m/km.

Los rangos establecidos para las distintas categorías de Seguridad-Confort en cada velocidad de operación en la **Tabla 1** se determinaron en base a una distribución lineal de los parámetros establecidos como máximos y mínimos de la Calidad de Servicio.

La economía, sencillez, precisión y confiabilidad de los resultados de este método nos permiten recomendar su uso en los países en desarrollo. En estos casos estamos a disposición de suministrar información más detallada por la vía del intercambio técnico o la transferencia de tecnología.

3.- Medición de la Calidad de Servicio

Para determinar la Calidad de Servicio de una carretera, según nuestro método, en primer término hay que medir en el campo los tres parámetros anteriormente señalados: CFD; Macrotextura e IRI. Comparando estos resultados con los valores límites fijados para cada uno de ellos, se determina la longitud de la carretera que no cumple con esos valores y en la cual se deben aplicar medidas correctivas para mejorar su Calidad de Servicio.

Posteriormente, en el gabinete, se calcula el Índice de Seguridad-Confort aplicando los resultados de las tres mediciones anteriores en la **Fórmula (1)**. Este resultado, junto con la velocidad de operación, permite determinar la categoría de la carretera en cuanto a la Seguridad-Confort utilizando la **Tabla 1**.

En Cuba, a partir de 1996, se ha estado aplicando este método de medición de la Calidad del Servicio en carreteras que forman parte de la Red de Interés Nacional y se han inspeccionado 300 km con los siguientes resultados:

A.-. La longitud de las carreteras que no cumplen con los valores límites establecidos para cada uno de los parámetros de calidad, expresadas en por cientos, son las siguientes:

<u>Parámetros</u>	<u>%</u>
Resistencia al deslizamiento (CFD)	29
Macrotextura,	26
Regularidad superficial (IRI);	19

B - La distribución de la longitud total de estas carreteras por categoría de la Seguridad-Confort, expresada en por cientos, es como sigue :

<u>Categoría</u>	<u>%</u>
Crítica	7
Mal	11
Regular	34
Bien	43
Excelente	<u>5</u>
	100

Cifras que indican un bajo nivel en la Calidad de Servicio de las carreteras de Interés Nacional evaluadas.

4.- Medidas para mejorar la Calidad de Servicio

Los resultados de la medición de los tres parámetros de calidad señalados sirven de guía para definir el tipo de trabajo correctivo que se debe ejecutar en cada carretera para incrementar su nivel de Calidad de Servicio.

En varios de los tramos de las carreteras evaluadas con categoría crítica, mal o regular se han aplicado con resultados satisfactorios, las siguientes medidas correctivas tradicionales:

- Riego superficial de gravilla y su posterior compactación para reparar tramos con exceso del contenido de asfalto en la superficie
- Tendido de una nueva capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente sobre la existente para corregir las irregularidades del pavimento y mejorar sus características antideslizante.
- Fresado de pavimentos existentes para eliminar deformaciones importantes y colocación de una nueva capa de superficie de hormigón asfáltico en caliente.
- Colocación de nueva señalización vertical y horizontal

5.- Programa para controlar la Calidad de Servicio

En la Red de Carreteras de Interés Nacional del país, controlada por el Centro Nacional de Vialidad del Ministerio de Transporte, se realiza con cierta frecuencia, cada tres años, inspección visual de las características superficiales del pavimento, que con apoyo de un Catálogo de Deterioro permite identificar y clasificar el grado de severidad de los desperfectos para después dar paso a la planificación de los trabajos de mantenimiento y reparación según las prioridades y los recursos económicos disponibles.

En los tramos de esta Red donde el resultado de la inspección visual reporta valores inadecuados que atenten de manera significativa contra la seguridad y la comodidad del tránsito, se realizan estudios más detallados y precisos aplicando el método descrito en este Reporte Nacional.

6.- Otros aspectos relacionados con la Calidad de Servicio de las Carreteras en Cuba

- Actualmente en la casi totalidad de las carreteras del país, las intensidades horarias del tránsito son bajas en comparación con el valor que pueden soportar sus amplias secciones transversales. Por esta razón, los fenómenos de congestión del tránsito son mínimos y los trabajos de mantenimiento y reparación se realizan en las horas del día sin causar mayores molestias al tránsito, ni demoras sensibles en el tiempo de recorrido.
- La demora en la aplicación de los resultados de los estudios e investigaciones sobre la Calidad de Servicio de la Carreteras se debió a que estos trabajos estuvieron paralizados durante la severa crisis económica que enfrentó Cuba durante el período 1990-94, como consecuencia de la desaparición del Socialismo en los países de Europa del Este.