

Verificación del estudio, Utilización total o parcial de la Berma para la circulación del tránsito⁽¹⁾

- Joanny Camelo Yépez⁽²⁾
- Adriana Janeth León Terán⁽³⁾



Introducción

El objetivo del estudio es verificar la incidencia que tiene extender la capa de rodadura de la calzada hasta el borde exterior de la berma, en cuanto a seguridad, Capacidad y Niveles de Servicio de una carretera de dos carriles.

Se ha venido implementando la pavimentación de la calzada de las vías hasta la berma, eliminando la diferencia de superficie terminada de los carriles con esta última, dando como resultado el uso parcial de la berma para la eventual circulación de los vehículos.

Objetivos

Determinar la incidencia que tiene extender la capa de rodadura de la calzada hasta el borde exterior de la berma (incorporación de la berma a la calzada), en cuanto a seguridad, capacidad y niveles de servicio de una carretera de dos carriles.

Tomar en campo la información real para realizar la verificación de un estudio realizado anteriormente.

Compara los datos actuales, obtenidos en los tramos en estudio, antes y después de la incorporación de la berma a la calzada.

Ampliar la base de datos para el cálculo de velocidades medias ideales.

Calcular la capacidad y nivel de servicio de las vías en estudio al extender la capa de rodadura de la calzada hasta el borde exterior de la berma.

Determinar un nuevo factor que relaciona las velocidades antes y después de la incorporación de la berma a la calzada.

Localización de Vías

Por las condiciones de verificación del proyecto se realizó el estudio en las carreteras Barranquilla - Ciénaga y Riohacha - Cuatro Vías, aislando el efecto de otras variables con respecto a la variable en estudio (incorporación de la berma a la calzada) y cumpliendo los parámetros siguientes:

- Ausencia de intersecciones con otra vía
- Tramos rectos, con pendientes menores al 3%
- Condiciones de uniformidad de ancho de carril (mínimo 3.65), berma (mínimo 1.80) y superficie de rodadura (buen estado)
- Visibilidad de adelantamiento adecuada Demarcación de la vía (delimitando la berma).

1, Esta investigación forma parte de la Actualización del Manual de Capacidad Vial Colombiano para carreteras de dos carriles, que actualmente adelanta el Instituto Nacional de Vías y la Universidad del Cauca, en la que participa la U.M.N.G.

2.,3., Ingenieras Civiles. Egresadas Facultad de Ingeniería U.M.N.G.

Los sectores seleccionados, se encuentran totalmente rehabilitados y son administrados por el sistema de concesión.

En el proyecto que dio origen a esta verificación, se tomaron cuatro sectores en la carretera Barranquilla - Ciénaga y uno en la carretera Riohacha - Cuatrovías, los cuales fueron retomados en el presente estudio a excepción del K2+500 de la carretera Barranquilla - Ciénaga por estar ubicado muy cerca de la ciudad de Barranquilla y por ende ser afectado por el tránsito urbano.

Es de aclarar que el abscisado de la Carretera Barranquilla - Ciénaga tomado como referencia en el proyecto de investigación anterior, tuvo modificaciones y los sectores actuales de K4+000 y K25+000 se encuentran en tramos curvos, que en este estudio se reemplazaron por los tramos rectos contiguos a éstos. En la carretera Riohacha - Cuatrovías el sector K18+500 estaba en proceso de rehabilitación (con restricción de circulación) y sin demarcar, motivo por el cual se trasladó la toma de la muestra a otro sector ya rehabilitado, que efectivamente cumplen los parámetros mencionados anteriormente.

Número de Observaciones

De la misma manera que el estudio anterior, se utilizó la estadística para calcular el tamaño de la muestra en la toma de velocidades y se determinaron los siguientes valores:

Error tolerable de la muestra (d) 1 km/h
 Desviación típica de las velocidades (S) 10 km/h
 Nivel de confianza para un 95% de probabilidad (Z) de 1.96

Para el cálculo del tamaño de la muestra (n), se tiene:

$$n = (Z^2 * S^2) / d^2$$

dando como resultado un tamaño de muestra n = 385 datos.

Se tomaron como mínimo 762 datos por sector con el fin de disminuir el nivel de error tolerable (d) a 0.71 km/h. Los datos tomados en campo fueron los siguientes:

Carretera Barranquilla - Ciénaga:

Tramo K 42+500	951 datos
Tramo K 04+ 500	1044 datos
Tramo K 23+660	762 datos

Carretera Riohacha - Cuatrovías:

Tramo K 25+000 866 datos.

Como observaciones generales se tienen:

- Se realizó una visita de inspección de los tramos, previa a la toma de datos
- Se tuvo condiciones climáticas favorables durante todo el periodo de toma de datos en las dos carreteras del estudio
- La toma de datos en la carretera Barranquilla - Ciénaga se realizó durante tres días, mientras que en la carretera Riohacha - Cuatrovías, durante dos días
- La ubicación de los aforadores del tránsito, de velocidades y distancia a borde de carril, fue tal que los conductores no se vieran intimidados e inconscientemente obligados a cambiar sus condiciones normales de velocidad y

recorrido. Se obtuvo en esta forma una muestra real de circulación

- El equipo de filmación se utilizó también para registrar los diferentes usos dados a la berma.

Geometría de los Sectores

La tabla 1 relaciona los parámetros de referencia de los sectores seleccionados.

SECTOR (m)	CARRIL (m)	BERMA (m)	BANCA	Nivel Funcional Superficie Rodadura
Carretera Barranquilla - Ciénaga K 4 + 500	3,65	2,50	12,30	5
K23 + 860	4,15	2,00	12,30	5
K42 + 500	3,65	2,50	12,30	5
Carretera Rioacha - Contravías K25 + 000	3,50	1,50	10,00	5

TABLA 1. Descripción de los parámetros de referencia de los sectores seleccionados
SECTOR

Dimensiones obtenidas midiendo directamente sobre la vía

Volúmenes de Tránsito

Se registró la cantidad de vehículos mediante una clasificación sencilla de automóviles, buses y camiones, durante períodos no menores de 3 horas continuas y discriminando el sentido de circulación.

Esta labor fue realizada por dos (2) auxiliares, uno para cada sentido de circulación, con la supervisión de los investigadores y el director del proyecto.

Los datos se escribieron en hojas de campo (Ver formato 3.1), describiendo:

Fecha

Hora de iniciación

Ubicación

Sentido

Observador

Automóviles, buses y camiones

Hora de terminación.

A partir del segundo día de toma de datos, se realizó el registro en intervalos de tiempo de quince (15') minutos, indicado por medio de líneas verticales.

Se realizó una revisión y recuento de la información para: totalizar, aplicar el análisis estadístico y obtener la cantidad de vehículos por hora, los porcentajes por tipo de vehículo y por sentido de circulación.

Se obtiene como resultado la siguiente información:

CARRETERA BARRANQUILLA - CIENAGA:

Volumen total ambos sentidos (Veh/h): 284

Porcentaje de volumen ascendente: 49%

Porcentaje de volumen descendente: 51%

Composición vehicular:

Automóviles A: 43%

Buses B: 17%

Camiones C: 40%

CARRETERA RIOHACHA - CUATROVIAS:

Volumen total ambos sentidos (Veh/h): 238
 Porcentaje de volumen ascendente: 40%
 Porcentaje de volumen descendente: 60%

Composición vehicular:

Automóviles A: 46%
 Buses B: 23%
 Camiones C: 32%

Velocidad Espacial

Esta información se obtuvo por medio de radar, se clasificaron los vehículos en automóviles, buses y camiones de igual forma que para volúmenes de tránsito y durante los mismos períodos, discriminando también la circulación a flujo libre o pelotón según el caso. La nomenclatura utilizada se muestra a continuación:

- A Automóvil en pelotón**
- B Bus en pelotón**
- C Camión en pelotón**

- L Automóvil en flujo libre**
- BL Bus a flujo libre**
- CL Camión a flujo libre.**

Se considera que dos o más vehículos circulan a pelotón cuando el intervalo de tiempo entre ellos, de cruce por un punto, es menor que cinco segundos ($t < 5$ s).

Esta labor fue realizada por los investigadores con la previa calibración del radar y mediante la supervisión del director del proyecto.

La información se registró en hojas de campo (Ver formato 5.1), describiendo Fecha, Hora de Iniciación y Terminación, Tramo, Sentido del flujo, Número de formato 5.1 observación, Velocidad y Tipo de vehículo, siendo negativos los registros en dirección opuesta al sentido tomado como base.

De manera similar a los volúmenes de tránsito, a partir del segundo día de toma de datos, se registraron las velocidades en períodos de quince (15') minutos.

CARRETERA BARRANQUILLA - CIENAGA:

Velocidad promedio automóviles :	102 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio automóviles :	93 km/h	(descendente)
Velocidad promedio buses :	86 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio buses :	89 km/h	(descendente)
Velocidad promedio camiones :	67 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio camiones :	67 km/h	(descendente)

CARRETERA RIOHACHA - CUATROVIAS:

Velocidad promedio automóviles :	90 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio automóviles :	90 km/h	(descendente)
Velocidad promedio buses :	85 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio buses :	93 km/h	(descendente)
Velocidad promedio camiones :	64 km/h	(ascendente)
Velocidad promedio camiones :	70 km/h	(descendente)

HOJA DE CAMPO

FECHA: _____ HOJA N°: _____
 TRAMO: _____ SENTIDO DEL TRAMO: _____
 OBSERVACIONES: _____

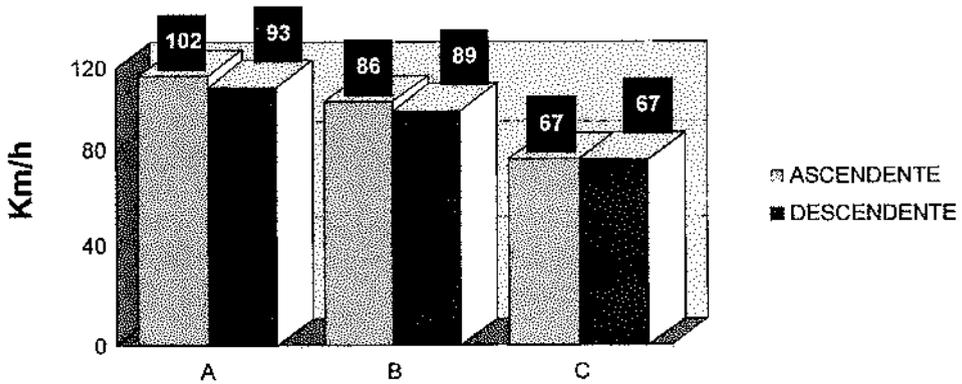
N°	Tipo de vehículo	Medida (radar)	N°	Tipo de vehículo	Medida (radar)	N°	Tipo de vehículo	Medida (radar)	N°	Tipo de vehículo	Medida (radar)	N°	Tipo de vehículo	Medida (radar)
1			21			41			61			81		
2			22			42			62			82		
3			23			43			63			83		
4			24			44			64			84		
5			25			45			65			85		
6			26			46			66			86		
7			27			47			67			87		
8			28			48			68			88		
9			29			49			69			89		
10			30			50			70			90		
11			31			51			71			91		
12			32			52			72			92		
13			33			53			73			93		
14			34			54			74			94		
15			35			55			75			95		
16			36			56			76			96		
17			37			57			77			97		
18			38			58			78			98		
19			39			59			79			99		
20			40			60			80			100		

Los resultados se ilustran en gráficas (ver gráficas 5.1 y 5.2) discriminando la velocidad promedio por tipo de vehículo y velocidad promedio total por vía en estudio.

Distancias de circulación a borde de carril y Berma

Se realizó una actividad preliminar de demarcación de carril y berma cada 0.50 m, con el fin de facilitar la ubicación de los vehículos y disminuir el margen de error en la cuantificación de la distancia a la cual circulan los vehículos del borde de carril y berma

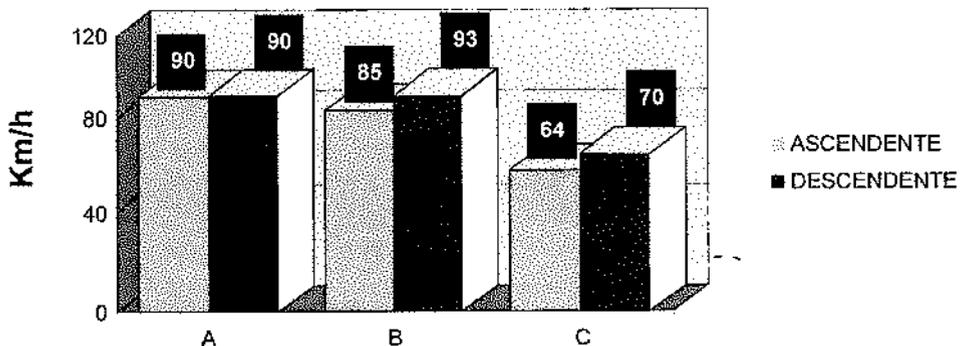
VELOCIDAD PROMEDIO TRAMO REHABILITADO



CARRETERA BARRANQUILLA - CIENAGA

Gráfica 5.1 Velocidad promedio por tipo de vehículo y sentido de circulación

VELOCIDAD PROMEDIO TRAMO REHABILITADO



CARRETERA RIOHACHA - CUATROVIAS

Gráfica 5.2 Velocidad promedio por tipo de vehículo y sentido de circulación

A continuación se realizaron filmaciones periódicas de cincuenta (50') minutos o menores, dependiendo de la continuidad del flujo vehicular.

Una vez realizada la edición de los videos se observó en forma detallada (por tipo

de vehículo), la distancia a la cual circulaban los vehículos del borde de carril y berma, registrando los valores obtenidos en hojas de cálculo.

Se calculó la distancia promedio con base en la media armónica dando como resultado:

CARRETERA BARRANQUILLA - CIENAGA

Distancia de automóviles:	122 cm
Distancia de buses:	65 cm
Distancia de camiones:	49 cm
Distancia promedio total:	62 cm

CARRETERA RIOHACHA - CUATROVIAS

Distancia de automóviles:	137 cm
Distancia de buses:	92 cm
Distancia de camiones:	79 cm
Distancia promedio total:	89 cm

Determinación de la capacidad y nivel de servicio

Según el Manual de Capacidad y Nivel de Servicio para carreteras rurales de dos carriles, el cálculo se realiza partiendo de condiciones ideales que se vean afectadas por coeficientes de corrección hasta alcanzar las condiciones reales de la vía de estudio.

Para tal fin se siguen las indicaciones y hojas de trabajo 1 y 2 del manual anteriormente mencionado.

Conclusiones y recomendaciones

Presentamos a continuación una serie de conclusiones y recomendaciones sobre el tema del estudio, tanto de la comparación de la vía Barranquilla - Ciénaga del estudio anterior y el actual, como para la vía Riohacha - Cuatrovías, dentro de las cuales se destacan:

- Los usuarios de la vía Barranquilla - Ciénaga ven la rehabilitación como un beneficio y hacen uso correcto de la berma
- Las distancias a borde de carril y berma actuales son menores un 1.5%

aproximadamente con respecto al estudio anterior.

- La demarcación de las vías es indispensable para evitar accidentes vehiculares y con los peatones. Según lo observado en campo, los conductores pierden ubicación dentro de la vía cuando no ven los límites de ésta.
- El Nivel de Servicio actual para las dos vías es C, de igual manera que para el tramo rehabilitado del estudio anterior.
- El factor que relaciona las velocidades antes y después de la rehabilitación es de 1.13 en la carretera Barranquilla - Ciénaga, el cual demuestra que la rehabilitación tuvo efecto favorable sobre la velocidad promedio.

Bibliografía



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE. UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras Rurales de dos Carriles. Santafé de Bogotá, 1992.

AGUILLON G., Aliria Esperanza.

MORENO R., William. Utilización total o parcial de la Berma para la circulación del Tránsito. Santafé de Bogotá, 1995.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Highway capacity manual. Washington, D.C., 1985.

ASOCIACION MEXICANA DE CAMINOS, A.C. Y REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. México, D.F., 1976.

SANCHEZ SABOGAL., Fernando. Pavimentos. Bogotá: Universidad la Gran Colombia, 1992

BRAVO, Pablo Emilio. Trazado y Localización de Carreteras. Bogotá: Carvajal S.A., 1989.

FALLA LOZANO, Jaime. Criterio Geométrico para el Diseño de Carreteras. Bogotá: Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1978.

CHOCONTA ROJAS, Pedro. Apuntes de Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Universidad Nacional, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Cartilla de Red Vial Nacional. Santafé de Bogotá, 1994.

JARAMILLO R., Bayron. LONDOÑO L., José Darío. Efecto del Ancho de Carril y Berma en la Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras Rurales de dos Carriles. Armenia: Universidad del Quindío, 1994.

JANSON MOLINA, Axel A, Consultor O.E.A. Fortalecimiento del Proceso de Inversión Pública Territorial, Preparación y Evaluación de Proyectos de Carreteras Nacionales. Bogotá, 1990.

TIQUE ANDRADE, Alfonso. Informe Primera Conferencia Internacional sobre Gestión de Carreteras. Santafé de Bogotá, 1993.

TORRES M., Alicia. Metodología del Trabajo Científico Aplicado a la Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad Militar «Nueva Granada», 1993.

ESCALANTE A., Carlos. El Problema y la Hipótesis. Módulo 2. Serie Aprender a Investigar ICFES. 1988.

MAYOR M., Alberto. RODRIGUEZ M., Humberto. La Recolección de Información Módulo 3. Serie Aprender a Investigar ICFES. 1988

MURCIA F., Jorge. Manual de Investigación, Proceso y Diseños. Universidad Santo Tomás. Editorial Impronta. 1980.