

**ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS
EN EL TRAMO DE LA CARRETERA DE LA RED VIAL 45A07 UBICADO ENTRE
EL PR 68 Y EL PR 78**

Presentado por:

**VALENTINA ORTIZ CASTELLANOS
JULIÁN ANDRÉS GIRALDO GIRALDO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, SANTANDER**

2020

**ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE ADELANTAMIENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS
EN EL TRAMO DE LA CARRETERA DE LA RED VIAL 45A07 UBICADO ENTRE
EL PR68 Y EL PR 78**

Presentado por:

**VALENTINA ORTIZ CASTELLANOS
JULIÁN ANDRÉS GIRALDO GIRALDO**

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

**Ing. Ricardo Pico Vargas
Docente especialista en vías terrestres**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, SANTANDER**

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director

Firma del Jurado N°1

Firma del Jurado N°2

Bucaramanga, marzo 2020

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado a Dios, que todos nuestros triunfos son por obra y gracia de él, a nuestros padres Noé y Marlen Amparo; y Miller de Jesús y Luz Ángela que se merecen este logro porque es tanto de ellos como nuestro, porque nos brindaron los recursos necesarios para llegar a ser profesionales en cada uno de los semestres, con amor, entrega, apoyo, paciencia.

A nuestros hermanos Christian Camilo; y José David y Simón y por estar siempre presentes acompañándonos y por el apoyo moral que nos brindaron en esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros profesores, en especial a nuestro director Ricardo Pico que con sus enseñanzas y conocimientos nos permitieron desarrollar habilidades a lo largo de la carrera y culminar con este proyecto de grado.

AGRADECIMIENTOS

Primero dar gracias a Dios por permitirnos estudiar esta carrera sin ninguna dificultad en nuestra salud y por habernos dado tan buenos padres que con la ayuda de ellos no seríamos quienes somos, fueron quienes nos apoyaron desde el primer momento y forjaron en nosotros los principios y valores que nos hicieron como persona y como futuros profesionales.

A nuestros hermanos quienes nos brindaron apoyo a lo largo de la carrera y ayuda cuando lo necesitábamos. A la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga por brindarnos los espacios necesarios, la formación estudiantil y al docente Ricardo Pico quien nos ayudó a cumplir con el último escalón de nuestra carrera.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	14
2. GENERALIDADES	15
2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
3. ANTECEDENTES	16
4. JUSTIFICACIÓN	21
5. OBJETIVOS	22
5.1 OBJETIVO GENERAL	22
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
6. MARCO TEÓRICO	23
6.1 CONSISTENCIA VIAL	23
6.2 VELOCIDAD	24
6.2.1 Velocidad de diseño (VTR)	24
6.2.2 Velocidad específica de un elemento (Ve):	25
6.2.2.1 Velocidad Específica de la curva vertical (Vcv):.....	25
6.2.2.2 Velocidad Específica de la curva horizontal (VCH):.....	26
6.3 ACELERACIÓN	26
6.4 TIPOS DE VEHÍCULOS.....	27
6.5 DISTANCIA DE VISIBILIDAD	27
6.5.1 Distancia de visibilidad de parada (Dp)	28
6.5.2 Distancia de Visibilidad de adelantamiento (Da)	30
6.5.3 Distancia de visibilidad de cruce (Dc)	33
6.6 MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO.....	35
6.6.1 Factores influyentes en la maniobra de adelantamiento	36
6.6.2 Relación entre la maniobra de adelantamiento y la accidentalidad ...	37
6.6.3 Estudios previos realizados a la maniobra de adelantamiento	38
6.7 SEÑALIZACIÓN.....	39
6.7.1 Señales	39
7. METODOLOGÍA	43
7.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	43
7.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO	43
7.3 TRANSITO.....	44

7.4	BASES DE DATOS.....	45
7.5	TOMA DE DATOS	46
7.5.1	VELOCIDAD.....	50
7.5.2	ACELERACIÓN.....	50
7.6	ESTADO DE SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA	50
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
8.1	ADELANTAMIENTO	54
8.2	TIPO DE ADELANTAMIENTO	55
8.3	TIPOS DE VEHÍCULOS ADELANTADOS	58
8.4	CLASIFICACIÓN DE VELOCIDADES.....	59
8.5	ANÁLISIS DE ACCELERACIÓN.....	63
9.	CONCLUSIONES.....	67
10.	RECOMENDACIONES	69
11.	REFERENCIAS.....	70
12.	ANEXOS.....	72
	ANEXO A. Datos obtenidos de adelantamientos con distancias D1 y D2 de la vía Piedecuesta-Curos	72
	ANEXO B. Datos obtenidos de adelantamientos con distancias D1, D2, D3 y D4 de la vía Piedecuesta-Curos	84
	ANEXO C. Tablas con velocidades agrupadas y comparados con ecuación 4 (D1)	90
	ANEXO D. Tablas con velocidades agrupadas y comparados con ecuación 5 (D2)	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distancia de visibilidad	30
Ilustración 2. Distancia de visibilidad de intersecciones. Triangulo mínimo de visibilidad	34
Ilustración 3. Señal prohibida adelantar.....	41
Ilustración 4. Señal de piso continua y sencilla	41
Ilustración 5. Señal de piso continua y doble.....	41
Ilustración 6. Señal de piso a trazos y doble	42
Ilustración 7. Señal de piso a trazos y sencilla	42
Ilustración 8. Señal de piso combinada y doble.....	42
Ilustración 9. Tramo de vía de estudio.....	43
Ilustración 10. Equipo Video Box.....	45
Ilustración 11. Visualización del software Racelogic VBOX Tools	46
Ilustración 12. Visualización inicio D1.....	47
Ilustración 13. Visualización fin D1 e inicio D2.....	47
Ilustración 14. Visualización fin D2 e inicio D3.....	48
Ilustración 15. Visualización fin D3 e inicio D4.....	48
Ilustración 16. Visualización fin D4	49
Ilustración 17. Visualización grafica de datos del software Racelogic VBOX Tools	49
Ilustración 18. Visualización grafica Velocidad Vs Abscisas	50
Ilustración 19. Visualización de señal vertical 30 Km/h.....	51
Ilustración 20 Visualización de señal vertical de prohibido adelantar.....	51
Ilustración 21 Visualización de señal vertical zona de alta accidentalidad	52
Ilustración 22 Visualización de señal horizontal de doble línea amarilla}.....	52
Ilustración 23 Visualización de señal horizontal de zona escolar.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Antecedentes.....	20
Tabla 2 Valores de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carreta y el tipo de terreno	25
Tabla 3 Dimensiones principales de los vehículos de diseño.....	27
Tabla 4 Distancias de visibilidad de parada en tramos a nivel	29
Tabla 5 Distancias de visibilidad de parada en tramos con pendiente	29
Tabla 6. Elementos que conforman la distancia de visibilidad de adelantamiento	32
Tabla 7 Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos sentidos	33
Tabla 8 TPDS Los Curos-Piedecuesta	44
Tabla 9 Conductores	54
Tabla 10 Relación de la maniobra con el tipo de adelantamiento en sentido Piedecuesta-Curos.....	56
Tabla 11 Relación de la maniobra con el tipo de adelantamiento con sentido Curos-Piedecuesta.....	58
Tabla 12 Relación de adelantamientos y los vehículos adelantados.....	58
Tabla 13 Intervalo con velocidad menor a 20 Km/h de D1 promedios de adelantamientos.....	60
Tabla 14 Intervalo con velocidad (20-359 Km/h de D1 promedios de adelantamientos.....	61
Tabla 15 Intervalo con velocidad (35-50) Km/h de D1 promedios de adelantamientos.....	61
Tabla 16 Intervalo con velocidad (50-65) Km/h de D1 promedios de adelantamientos.....	61
Tabla 17 Intervalo con velocidad (65-80) Km/h de D1 promedios de adelantamientos.....	61
Tabla 18 Intervalo con velocidad (20-35) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	62
Tabla 19 Intervalo con velocidad (35-50) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	62
Tabla 20 Intervalo con velocidad (50-65) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	62
Tabla 21 Intervalo con velocidad (65-80) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	63
Tabla 22 Intervalo con velocidad (80-95) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	63
Tabla 23 Intervalo con velocidad (95-110) Km/h de D2 promedios de adelantamientos.....	63
Tabla 24 Maniobra 18 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	64

Tabla 25 Maniobra 27 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	65
Tabla 26 Maniobra 36 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	65
Tabla 27 Maniobra 45 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	65
Tabla 28 Maniobra 51 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	65
Tabla 29 Maniobra 73 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Aceleración	26
Ecuación 2. Distancia de parada	28
Ecuación 3. Distancia de visibilidad de adelantamiento	31
Ecuación 4. Distancia 1	31
Ecuación 5. Distancia 2	31
Ecuación 6. Distancia de cruce	34
Ecuación 7. Distancia S (separación)	34
Ecuación 8. Tiempo 2	35

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Análisis de velocidad de adelantamiento de vehículos livianos en el tramo de la carretera de la red vial 45A07 ubicado entre el PR 68 y el PR 78.

AUTOR(ES): Valentina Ortiz Castellanos
Julián Andrés Giraldo Giraldo

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ricardo Pico Vargas

RESUMEN

La segunda causa de muerte en Colombia son los accidentes de tránsito y se deben a maniobras peligrosas que infringen las normas, es nuestro deber como usuarios de la vía acatar las normas para nuestra seguridad y la de los demás. Sin embargo, existen conductores que no lo hacen, por ejemplo, en el tramo de vía bidireccional 45A07 que comunica el municipio de Piedecuesta con Los Curos en el departamento de Santander, realizamos un análisis sobre la velocidad de adelantamiento en vehículos livianos en donde nos pudimos dar cuenta que en todo el recorrido de vía está prohibido adelantar, además de que las expectativas de los conductores son mayores a las del diseño geométrico vial, pues no cuentan con la mínima distancia de visibilidad para realizar la maniobra de adelantamiento, la velocidad mínima o simplemente del otro sentido de la vía no transita un vehículo en el momento de la maniobra. Así que decidimos hacer un análisis de 26 conductores, los cuales realizaron la maniobra de adelantamiento involucrando algunas o todas de las cuatro distancias que conforman la distancia de adelantamiento, como lo son la distancia 1 (D1), distancia 2 (D2), distancia 3 (D3) y finalmente distancia 4 (D4); y así mismo las variables que se involucran como la velocidad, tiempo, abscisas, aceleración, para finalmente comparar los resultados con la normativa colombiana, el manual de diseño de carreteras de INVIAS.

PALABRAS CLAVE:

Maniobra de adelantamiento, distancias, visibilidad, aceleración, velocidad, diseño geométrico

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Analysis of the speed of overtaking of light vehicles in the section of the road of the road network 45A07 located between pr 68 and pr 78

AUTHOR(S): Valentina Ortiz Castellanos
Julian Andres Giraldo Giraldo

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ricardo Pico Vargas

ABSTRACT

The second cause of death in Colombia are traffic accidents and are due to dangerous maneuvers that violate the rules, it is our duty as road users to abide by the rules for our safety and that of others. However, there are drivers who do not, for example, in the section of bidirectional track 45A07 that connects the municipality of Piedecuesta with Los Curos in the department of Santander, we performed an analysis on the speed of overtaking in light vehicles where we could realize that along the entire route it is forbidden to overtake, in addition to the drivers' expectations being higher than those of the geometric road design, since they do not have the minimum visibility distance to perform the overtaking maneuver, the minimum speed or simply from the other direction of the road a vehicle does not travel at the time of the maneuver. So we decided to do an analysis of 26 drivers, who performed the overtaking maneuver involving some or all of the four distances that make up the overtaking distance, such as distance 1 (D1), distance 2 (D2), distance 3 (D3) and finally distance 4 (D4); and also the variables that are involved such as speed, time, abscissa, acceleration, to finally compare the results with Colombian regulations, the INVIAS road design manual

KEYWORDS:

Overtaking manoeuvre, distances, visibility, acceleration, speed, geometric design.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Con la aparición del vehículo automotor en los caminos, también aparecieron diversos riesgos tanto para los conductores y sus pasajeros. Con el largo del tiempo se han realizado los diversos avances tecnológicos y para ello surge la necesidad de mejorar las vías. Esta mejora permitió a los conductores movilizarse a una mayor velocidad, pero como consecuencia se derivan los riesgos y la severidad de los accidentes de tránsito. (INVIAS, 2015)

Hasta el día de hoy en Colombia, la mayoría de la industria de transporte es netamente desarrollada a través el uso de carreteras, consideradas en la mayoría de los casos como ejes articuladores de los diferentes procesos de poblamiento y expansión económica (INVIAS, 2008), efectivamente se puede afirmar que todos los habitantes colombianos somos usuarios activos de la diferentes vías tanto nacionales como rurales y urbanas, en un rol de conductor, pasajero o peatón. Por tal motivo es sumamente importante tener conocimiento y saber identificar las normas y dispositivos que regulan la movilización de las vías públicas, para contribuir y garantizar la seguridad de los colombianos. (INVIAS, 2015).

El impacto de los accidentes de tránsito y sus consecuencias hacen necesario abordar esta problemática, dadas sus altas cifras de accidentalidad.

La tasa de mortalidad que se derivan de los accidentes de tránsito cada vez aumenta en número significativo, a través de un informe de la Organización Mundial de la Salud, las muertes anuales por accidentes de tránsito en el mundo alcanzado 1.35 millones de personas, es decir que en un año una población como la de la ciudad de Barranquilla son víctimas mortales de los accidentes de tránsito, desaparece por la acción de movilizarse. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018) y diariamente se llega en promedio a 3.000 decesos. Además, entre 20 y 50 millones más sufren traumatismos por esta misma causa.

Según el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses—INMLCF/ Grupo Centro de Referencia Nacional sobre Violencia—GCRNV, de enero a diciembre de 2019 murieron 5.468 hombres y 1.221 mujeres en eventos de transporte, en el 2018 fueron 6.494, esto quiere decir que las muertes aumentaron un 2.92%. Asimismo, el grupo de edad con mayores fallecimientos fue entre los 20-25 años. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018)

2. GENERALIDADES

2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Es fundamental garantizar la seguridad, orden, fluidez y comodidad de la circulación vehicular a través del seguimiento y regulación, teniendo en cuenta una buena consistencia en el diseño geométrico, Efectivamente, a través de las diversas señalizaciones se indica a los usuarios la forma más adecuada en nivel de seguridad para circular en las vías, previniendo accidentes, mejorando el flujo de tránsito y reduciendo los tiempos de viajes. (INVIAS, 2015)

En Santander en el año 2019 durante los primeros nueve meses se presentaron 5.077 accidentes de tránsito, de los cuales el 25,07% se atribuyen a causas relacionadas con la distancia de visibilidad de adelantamiento, tales como adelantar invadiendo carril del sentido contrario, frenar bruscamente, adelantar en zona prohibida, entre otras. (ONSV, 2019)

La elaboración de este proyecto será evaluada con el fin de analizar la distancia de visibilidad de adelantamiento en un tramo de vía de 10 Km de sentido bidireccional comprendidos entre la intersección Piedecuesta (PR 68) y Los Cueros (PR 78) de la ruta nacional 45A07 en el departamento de Santander.

Para este análisis se estudiará el comportamiento de diferentes conductores de vehículo liviano al momento de realizar maniobras de adelantamiento y las condiciones en las que se realiza cada maniobra, por medio de videos captados por el equipo de muestreo VBOX Racelogic, seguidamente obteniendo perfiles de velocidad, longitudes de adelantamiento y visibilidad, características de la vía, aceleraciones, tiempos y modo de iniciación de la maniobra, por medio del programa Racelogic Vbox Tools.

De este modo beneficiará a estudiantes, investigadores y conductores que se movilicen por este tramo, ya que este proyecto constará de un análisis en los diagramas de velocidades de distintos automóviles, viendo así cual es la perspectiva que el usuario tiene frente a la vía o a la velocidad.

Finalmente se realizará la comparación de los criterios reglamentados por la norma colombiana del instituto nacional de vías con el manual de diseño geométrico de carreteras y culminará cuando se alcancen o cumplan la totalidad de los objetivos deseados.

3. ANTECEDENTES

El siguiente estado del arte consiste en recopilar información de proyectos de grado, revistas, artículos, los cuales están relacionados con nuestro proyecto de grado, obteniendo así mayor información para realizar nuestra respectiva investigación a fondo.

Titulo	Autores	Resumen	Tipo de documento
Aceleraciones y desaceleraciones de vehículos livianos en rectas en un tramo experimental de Santander.	<ul style="list-style-type: none"> • Paula Andrea Combariza. • Angie Tatiana Vargas. 	<p>En este proyecto nos muestran un análisis específico sobre las aceleraciones y desaceleraciones que tienen diferente tipos de conductores a la hora de tomar un tramo de vía ya especificado, estas velocidades son tomadas con un aparato llamado Vbox el cual nos arroja perfiles de velocidad determinando así coeficientes de aceleración y desaceleración, disminuyendo así la tasa de accidentalidad. (Paula Combariza, 2018)</p>	Proyecto de grado.
Estudio de accidentalidad en la vía Floridablanca - Piedecuesta en el sector cañaveral -	<ul style="list-style-type: none"> • Gordillo Ruiz • Jessica Carvajal • Jorge Eduardo 	<p>Debido a que la accidentalidad nos ha llevado a pérdidas humanas y económicas en este proyecto de</p>	Proyecto de grado.

<p>retorno platacero empleando la metodología de una auditoría de seguridad vial.</p>		<p>grado se busca mitigar la tasa de accidentalidad en este tramo específico del sector de Bucaramanga con registro fotográfico y estudios de tráfico, conociendo así las causas principales de los accidentes. (Gordillo Ruiz, 2014)</p>	
<p>Análisis de velocidad entre la intersección la cemento (PR0+300) y el peaje rio negro 5300 (PR13+000) de la ruta nacional 45ª08</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mayerli Katerine Cote Flórez 	<p>Estudiando el tema de velocidad de operación en las vías se realizaron investigaciones para brindar mayor seguridad a los usuarios a la hora de transitar por esta vía, los modelos que se van a desarrollar van a determinar las expectativas de los conductores respecto a la vía con estudios desarrollando perfiles de velocidad, se le tomo la muestra a 35 vehículos livianos los cuales recorrieron el tramo de la vía. Mostrando así estos resultados que este tramo de la vía presenta una consistencia</p>	<p>Proyecto de grado.</p>

		buenas y son pocas las curvas con consistencia pobre. (Florez Cote, 2016)	
Definición del modelo de consistencia de velocidad para una carretera rural en el departamento de Santander a partir de un tramo experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Ricardo Vargas Pico 	El proyecto busca definir cuál es el modelo más apropiado para un tramo experimental del departamento de Santander, el análisis de generación de perfiles de velocidad obtenidos del aparato Vbox, con estos valores se calcula la diferencia entre velocidad de operación y la velocidad de diseño, el modelo que más se adaptó fue el ISHDM el cual tuvo un mejor comportamiento en el tramo de vía, viendo así que elementos de la vía pueden causar accidentes. (Vargas Pico, 2017)	Proyecto de grado
Análisis de la distancia de la visibilidad de adelantamiento de vehículos en la intersección la cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Paula Andrea Rodríguez Delgadillo • Nelson David Valderrama Calderón 	Esta investigación se encargó de realizar el análisis y evaluación de las distancias de adelantamiento con la cual se diseñó una vía rural en el	Trabajo de grado

		<p>municipio de Santander para poner a prueba la cercanía de las normas del manual de diseño geométrico de carreteras con lo experimentado en campo, para esto inicialmente se tomó de una base de datos el recorrido hecho por 35 conductores en la vía La cemento – Peaje Rionegro con su respectiva información de velocidades, tiempo, aceleraciones y abscisas para calcular las distancias de maniobra inicial (d1), ocupación del carril contrario (d2), distancia de seguridad (d3) y vehículo en el sentido opuesto (d4) y así hallar la distancia total de adelantamiento (da), seguidamente se fueron clasificando los resultados por medio de las velocidades para así compararlos con la información que proporciona el manual de diseño</p>	
--	--	---	--

		geométrico de carretera. (Rodriguez Delgadillo & Valderrama Calderon, 2018)	
Estudio de la consistencia en el trazado del tramo de la carretera de la red vial 45A07 ubicado entre el PR68 y el PR78 mediante el análisis de la velocidad de operación.	<ul style="list-style-type: none"> Luis Carlos Caicedo Barrera 	Con este proyecto se analizó la consistencia del trazado geométrico teniendo en cuenta la velocidad de operación en el tramo de la red vial 45A07 utilizando los criterios de la metodología de Lamm. Se caracterizó la velocidad de operación entre el PR68 y el PR78 y se desarrollaron los perfiles de la vía, las velocidades se tomaron con el equipo video vbox lite luego de esto utilizando técnicas de estadística se calculó el V85 el cual es el parámetro requerido para aplicar la metodología de Lamm. (Caicedo Barrera, 2018)	Trabajo de grado

Tabla 1 Antecedentes

4. JUSTIFICACIÓN

La accidentalidad vial en Colombia es una de las principales causas de muerte, siendo Antioquia el departamento de mayor ocurrencia y Santander ocupa el puesto doce de la tabla. (ONSV, 2019).

Para el tercer trimestre de 2019, los accidentes de transporte terrestre se mantuvieron como la segunda causa de muerte en hombres en Colombia, con un total de 1.314 casos, que corresponde al 22.9%. En las mujeres, se situaron como la principal causa de muerte externa con un total de 305 casos con un porcentaje de 24.7% (DANE, 2019)

Según esta situación es verdaderamente preocupante el número de víctimas resultantes de un accidente de tránsito, por esto nosotros como estudiantes de ingeniería civil, queremos que nuestro proyecto de grado cumpla con el objetivo de recopilar una serie de datos experimentales para analizar las maniobras de adelantamiento riesgosas en un tramo de vía entre los municipios de Piedecuesta y Curos, para estudiar, analizar, calcular y concluir si los lineamientos de la norma postulada por el manual de diseño geométrico de carreteras se cumple en este tramo y son los utilizados por los conductores de las vías o la experiencia en campo obliga a realizar un comportamiento diferente.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar las maniobras de adelantamiento en el tramo de carretera de la red vial 45A07 ubicado entre el PR 68 y el PR 78, que comunica Piedecuesta con Curos, por medio de perfiles de velocidad con la intención de revisar los criterios de diseño de la norma colombiana.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y analizar información de proyectos previos relacionados con el tema propuesto.
- Analizar las variables que se necesitan en los modelos de distancias de visibilidad de adelantamiento.
- Elaborar un plan para la medición, procesamiento de datos y análisis estadísticos para los datos de distancias de visibilidad de adelantamiento.
- Analizar los diversos datos obtenidos en el estudio empírico para caracterizar el fenómeno de adelantamiento teniendo en consideración los factores referentes al conductor, al vehículo, a la carretera, velocidades de operación y visibilidad.
- Revisar los criterios técnicos a partir de los resultados de la toma de datos.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 CONSISTENCIA VIAL

Se entiende por consistencia del trazado, la relación entre las características geométricas de una carretera y las que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella (Pérez Sanchez, 2008)

La consistencia está relacionada con las características geométricas de la vía; si éstas permanecen en un buen estado dentro de un determinado rango del tramo, el conductor podrá maniobrar de una forma constante, sin sobresaltos, a lo que aumenta la seguridad vial. (Carreras Valdés, 2009)

Cuando un conductor transita una vía, espera que sus características geométricas (radios de curvatura, pendientes, ancho de carril, distancia de la entretangencia horizontal y otras) sean uniformes, pues un cambio de las mismas, puede producir conductas indeseables, como la disminución repentina de la velocidad o un cambio de trayectoria, lo que genera situaciones inseguras, que conducen a accidentes de tránsito con muertes, lesionados y daños materiales. (Carreras Valdés, 2009)

Según el Manual de diseño geométrico de carreteras de INVIAS, en Colombia, la aplicación de los criterios de la consistencia del diseño geométrico de carretera, para obtener como resultado un diseño que obedezca a los siguientes requisitos:

- ❖ El conductor pueda reconocer la cavidad de rodadura, así como las dificultades imprevistas a una distancia suficiente para reaccionar adecuadamente.
- ❖ El conductor pueda conocer con anterioridad los puntos de utilidad como intersecciones, cruces, incorporaciones, etc.
- ❖ Tener una idea clara de la evolución de la vía, evitando confusiones generadas por complicaciones en la geometría que podrían llevar a respuestas erradas por parte de los conductores.
- ❖ La respuesta al proceso de diseño sea cómodo y eficaz para los usuarios, que se distingan entre otras las condiciones estéticas de las zonas de influencia del recorrido, sin cambios bruscos que hagan que el hecho de manejar sea estresante y peligroso, permitiendo con esto una operación menos monótona, y por resultante, disminuya el riesgo de accidentalidad asociada al cansancio de los conductores.

Teniendo en cuenta las condiciones para la aplicación de tres criterios generales, los cuales son:

- ❖ Criterio general para garantizar la adecuada interacción del diseño en planta, en perfil y en sección transversal: Se utiliza como herramienta los planos de diseño vial de planta y perfil, teniendo en cuenta los siguientes elementos:
 - Combinaciones indeseables
 - Combinaciones recomendadas
- ❖ Criterio general para asegurar la adecuada coacción de la vía con sus intersecciones y demás elementos y estructuras complementarias: Funciona para la correcta localización de reformas auxiliares en la vía y para las intersecciones de esta con otras carreteras, tales como:
 - Puentes e intersecciones
 - Elementos de drenaje
 - Iluminación
 - Redes de servicios
- ❖ Criterio y sugerencias para lograr un modelo estético y armonioso con el panorama: Busca una correcta interacción de la vía con el ambiente que la rodee. Analizando los siguientes elementos:
 - Corredor de ruta.
 - Alineamiento horizontal.
 - Alineamiento vertical.
 - Sección transversal.
 - Intersecciones y estructuras complementarias.
 - Plantaciones.
 - Proceso constructivo (INVIAS, 2008)

6.2 VELOCIDAD

6.2.1 Velocidad de diseño (VTR)

Es la rapidez que posee un intervalo homogéneo en función de la vía y la taxonomía del terreno de esta, definiendo las particularidades geométricas mínimas de todos los elementos del intervalo, en patrones de protección y confort. (Florez Cote, 2016)

La máxima prioridad a la seguridad de los usuarios, será la asignación de la Velocidad de Diseño, por lo tanto, la velocidad de diseño a lo largo del tramo de la vía, debe ser la más pertinente papara evitar que los conductores no sean pasmados por cambios variaciones repentinas y continuas en la máxima velocidad permitida del recorrido (INVIAS, 2008)

Al elegir la rapidez de diseño de una vía es necesario tener en cuenta la importancia o la jerarquía de la vía a diseñar, la topografía del terreno, el

servicio que se desea proporcionar, el impacto ambiental entre otras, es primordial garantizar la seguridad del usuario por lo tanto se debe seleccionar una velocidad de diseño que sea consistente a lo largo de diseño vial para evitar sorprender al usuario con cambios drásticos y frecuentes de velocidad. (Rodríguez Delgadillo & Valderrama Calderon, 2018)

El instituto Nacional de vías de Colombia (INVIAS), en su manual de diseño geométrico de carretera, desarrollo la siguiente tabla, con el fin de garantizar la consistencia de la velocidad de diseño en un tramo, teniendo en cuenta la categoría de la carretera y el tipo de terreno. (INVIAS, 2008)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR(Km/h)										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Primaria de dos calzadas	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Primaria de una calzada	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Secundaria	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Terciaria	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											

Tabla 2 Valores de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

6.2.2 Velocidad específica de un elemento (Ve):

Es la velocidad que se lleva un elemento del trazado considerado las restricciones y oportunidades, considerando las condiciones del pavimento, meteorológicas, del vehículo, del tráfico y reglamentarias. Esta puede ser:

6.2.2.1 Velocidad Específica de la curva vertical (Vcv):

Esta velocidad puede ser en una curva cóncava o convexa, y será la máxima velocidad recorrida en condiciones de seguridad. (INVIAS, 2008)

6.2.2.2 Velocidad Específica de la curva horizontal (VCH):

Se designa según el terreno a nivel o con pendientes muy suaves, el sentido en que circula el vehículo, la deflexión en la curva, VTR y la longitud del segmento anterior. (INVIAS, 2008)

6.2.2.3 Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH):

Hace referencia a la velocidad que lleva la entretangencia que sigue al extremo de una curva horizontal. Los automóviles que se movilizan por la entretangencia a la rapidez con la que salieron, así que, la Velocidad Específica de la entretangencia horizontal (VETH) es equivalente a la mayor de las dos Velocidades Específicas de las curvas horizontales extremas. (INVIAS, 2008)

6.3 ACELERACIÓN

La aceleración y desaceleración están asociadas a los cambios de velocidad realizada en las maniobras de parada, adelantamiento, cruce, teniendo en cuenta también las condiciones del conductor para los análisis de consistencia del diseño vial. (García Ramírez, 2014)

Debido a que la aceleración y desaceleración es un suceso difícil de explicar, se ha tratado de gestionar los datos de diferentes formas con el objetivo de obtener respuestas significativas, ya que existen diferencias entre los estudios y los equipos de medición, pero el inconveniente con los instrumentos de medición es que son tecnologías diferentes, lo que condiciona la metodología de recolección de datos. (García Ramírez, 2014)

Es así que las aceleraciones y desaceleraciones fueron calculadas a partir de diferentes perfiles de velocidad a través de la siguiente fórmula:

$$a_{i, i-1} = \frac{V_i^2 - (V_{i-1})^2}{25.92 \times d_{i,i-1}}$$

Ecuación 1 Aceleración

Fuente: (García Ramírez, 2014)

Donde,

$a_{i, i-1}$: Aceleración o desaceleración entre puntos consecutivos, “i” e “i-1” en m/s².

V_{i-1} : Velocidad en el punto “i-1” en Km/h.

Vi: Velocidad en el punto “i” en Km/h.

Di, i-1: Distancia entre los puntos consecutivos “i” e “i-1” en m. (García Ramírez, 2014)

6.4 TIPOS DE VEHÍCULOS

A la hora de la construcción de una carretera, el diseño geométrico de la vía debe tener un recorrido para la circulación de los vehículos, teniendo en cuenta el tipo de vehículo que hace más uso de esta vía, a este se le denomina como vehículo de diseño. (INVIAS, 2008)

Para elegir el vehículo de diseño se obtiene con la composición del tránsito, definida en un estudio de ingeniería de tránsito. Se debe tener en cuenta que esta selección influye directamente en las medidas de los anchos de carril, calzada, bermas y sobrecanchos de la sección transversal, el radio mínimo de giro en el diseño de las intersecciones y el gálibo bajo las estructuras (pasos elevados). (INVIAS, 2008)

Los vehículos livianos tienen como tendencia incurrir en las velocidades máximas, en las distancias de visibilidad tanto de parada como de adelantamiento, mientras que los vehículos grandes como buses y tracto mulas lo hacen en la pendiente longitudinal y en la longitud crítica de pendiente. (INVIAS, 2008)

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO (m)	LONGITUD DE TRACTOCAMIÓN (m)	LONGITUD SEMIREMOLQUE (m)
Vehículo liviano	5.00	1.80	-	-
Bus mediano	10.91	2.44	-	-
Bus grande	13.00	2.60	-	-
2	11.00	2.50	-	-
3	11.40	2.50	-	-
3S2	20.89	2.59	4.57	14.63

Tabla 3 Dimensiones principales de los vehículos de diseño

6.5 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Para un óptimo diseño de carretera, el trazado de la vía le debe proporcionar al usuario, visibilidad hacia adelante para circular y realizar maniobras necesarias de manera segura, cómoda y eficaz.

La distancia de visibilidad es definida como la longitud continua de vía que es visible hacia adelante por el conductor de un vehículo que circula por ella. De acuerdo con estos criterios se deberán tener en cuenta en el diseño de la carretera tres tipos de distancias de visibilidad. (INVIAS, 2008)

La normativa en Colombia encargada de brindarnos estos parámetros para el cálculo de distancias es la propuesta por el manual de diseño geométrico de carreteras de INVIAS, la cual indica que existen tres tipos de distancia de visibilidad:

- 6 Distancia de visibilidad de parada (D_p).
- 7 Distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a).
- 8 Distancia de visibilidad de cruce (D_c).

Cada una de estas distancias está directamente relacionada con la velocidad de diseño de la vía.

6.5.1 Distancia de visibilidad de parada (D_p)

Se define como la distancia necesaria por el conductor para detener el vehículo ante un obstáculo inesperado, esta distancia se calcula mediante la suma de la longitud recorrida del tramo en la percepción del obstáculo y la longitud recorrida en el frenado del vehículo. (INVIAS, 2008)

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción (2.5 s), se mide desde el momento en que se hace visible el obstáculo hasta el instante en que se aplican los frenos. (INVIAS, 2008)

La distancia recorrida durante el frenado es la longitud existente desde que los frenos son aplicados hasta cuando el vehículo queda detenido totalmente, circulando con una desaceleración constante o con velocidad inicial igual a la velocidad específica del elemento. El valor de la desaceleración asumida es tal que no implica el bloqueo de las llantas al realizar el trabajo de frenado, aun en condiciones de pavimento húmedo. (INVIAS, 2008)

La siguiente fórmula incluye estas dos distancias:

$$D_p = 0.278 \times V_e \times t + 0.039 \times \frac{V_e^2}{a}$$

Ecuación 2 Distancia de parada

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde,

D_p : Distancia de visibilidad de parada, en metros

V_e : Velocidad específica del elemento sobre el cual se ejerce la maniobra de frenado (V_{CH} , V_{ETH} , V_{CV} o V_{TV})

t: Tiempo de percepción-reacción, igual a 2.5 s.

a: Rata de desaceleración, igual a 3.4 m/s²

A continuación, se presentan los valores recomendados para las distancias mínimas de visibilidad de parada para diferentes velocidades de diseño, para tramos con pendiente=0%

VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve (km/h)	DISTANCIA DE PERCEPCION-REACCION (m)	DISTANCIA DURANTE EL FRENADO A NIVEL (m)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	
			CALCULADA (m)	REDONDEADA (m)
20	13,9	4,6	18,5	20
30	20,9	10,3	31,2	35
40	27,8	18,4	46,2	50
50	34,8	28,7	63,5	65
60	41,7	41,3	83	85
70	48,7	56,2	104,9	105
80	55,6	73,4	129	130
90	62,6	92,9	155,5	160
100	69,5	114,7	184,2	185
110	76,5	138,8	215,3	220
120	83,4	165,2	248,6	250
130	90,4	193,8	284,2	285

Tabla 4 Distancias de visibilidad de parada en tramos a nivel

Ahora, se indican las distancias de visibilidad de parada en tramos con pendientes mayores a 3%.

VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m) Dp					
	DESCENSO			ASCENSO		
	-3%	-6%	-9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	32	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	263	281	304	234	223	214
130	302	323	350	267	254	243

Tabla 5 Distancias de visibilidad de parada en tramos con pendiente

6.5.2 Distancia de Visibilidad de adelantamiento (D_a)

Existe distancia de visibilidad de adelantamiento en un tramo de carretera cuando en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que transita por el mismo carril a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra de adelantamiento. La distancia de visibilidad de adelantamiento se considera únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, donde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (INVIAS, 2008)

Por la tanto la siguiente imagen sobre distancia de visibilidad indica dos etapas importantes en la maniobra de adelantamiento, en donde la primera etapa indica el momento en el cual el conductor percibe y reacciona a tomar la decisión de realizar la manobra.

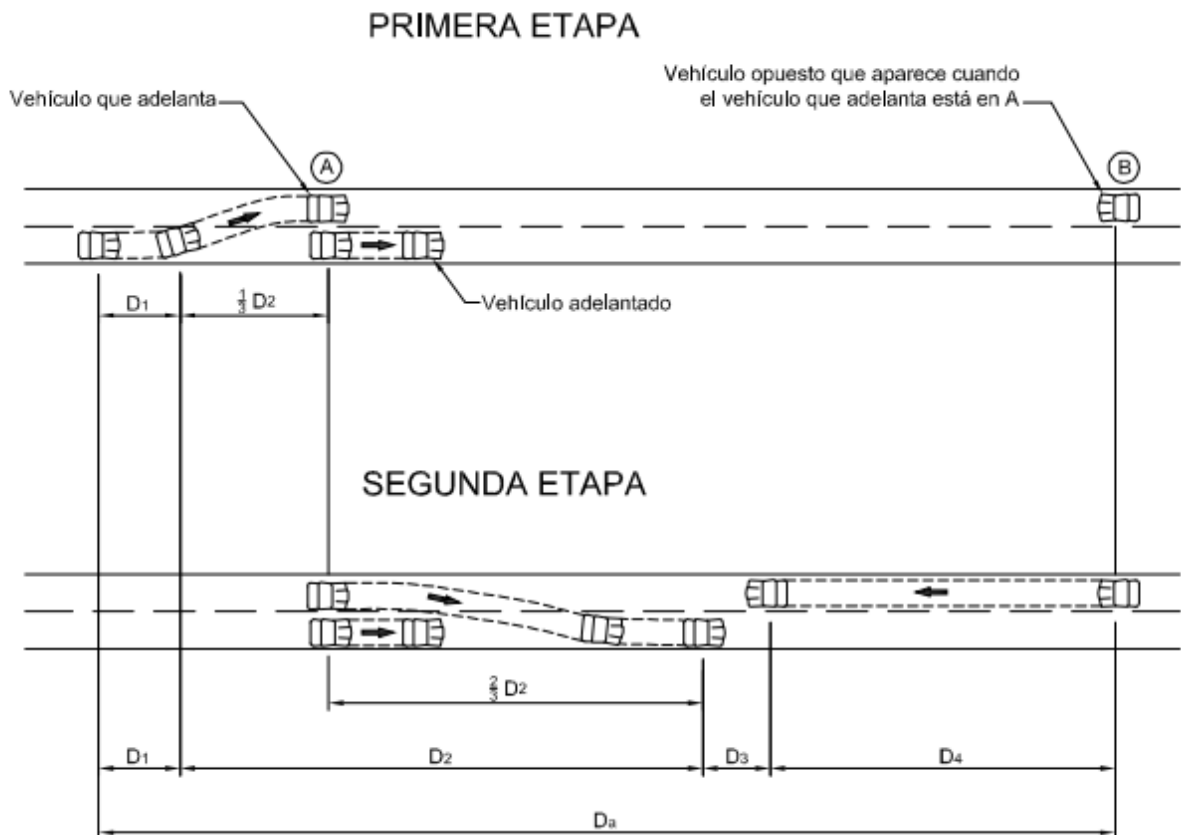


Ilustración 1. Distancia de visibilidad

En la segunda etapa se determina la distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a) en la suma de cuatro distancias de la siguiente forma:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Ecuación 3. Distancia de visibilidad de adelantamiento

Fuente: (INVIAS, 2008)

En donde,

D_1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción.

D_2 : Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril del sentido contrario hasta que regresa a su carril.

D_3 : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en la dirección opuesta. Está varía entre 30m y 90m.

D_4 : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto (estimada en 2/3 de D_2).

Todas estas distancias deben estar en metros, teniendo en cuenta antes que:

$$D_1 = 0.278 \times t_1 \times \left(V - m + \frac{a \times t_1}{2} \right)$$

Ecuación 4. Distancia 1

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde:

t_1 : Tiempo de la maniobra inicial, en segundos.

V : Velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

a : Promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento, en km/h/s.

m : Diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D_2 = 0.278 \times V \times t_2$$

Ecuación 5. Distancia 2

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde:

V: Velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

t_2 : Tiempo empleado por el vehículo al realizar la maniobra para volver a su carril, en segundos.

Para poder realizar el cálculo de la distancia de visibilidad de adelantamiento es necesario tener en cuenta la siguiente tabla:

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA V_{ETH} (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)			
	56.2	70	84.5	99.8
Maniobra inicial:				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t_1 : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d_1 : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
Ocupación del carril contrario:				
t_2 : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d_2 : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
Distancia de seguridad:				
d_3 : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
Vehículo en sentido opuesto:				
d_4 : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
$D_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	317	446	583	726

Tabla 6. Elementos que conforman la distancia de visibilidad de adelantamiento

A continuación, se presentan los valores mínimos recomendados para la distancia de visibilidad de adelantamiento, calculado con los anteriores criterios para carreteras de so carriles con dos sentidos.

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
(Km/h)	(Km/h)	(Km/h)		
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

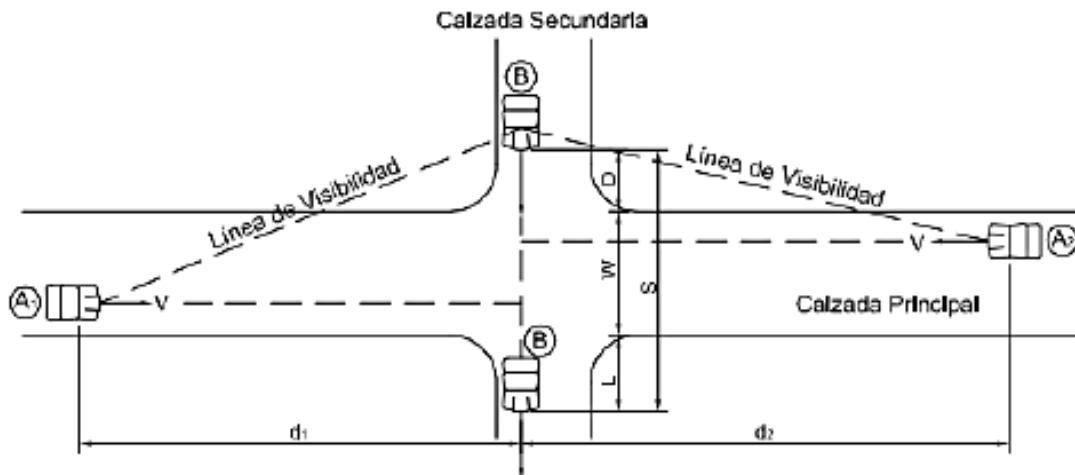
Tabla 7. Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos sentidos

6.5.3 Distancia de visibilidad de cruce (Dc)

Esta distancia es la que le permite a un vehículo que se dirige en una vía principal abordar una intersección a nivel cuando se hace presente un vehículo en la vía secundaria que la atraviesa. (INVIAS, 2008)

La distancia de visibilidad de cruce debe proporcionarle al conducto visibilidad de maniobra de forma segura y eficaz, evitando obstrucciones de vista por esquinas o el paisaje de la vía, está se encuentra directamente relacionada con la velocidad y la distancia recorrida desde la percepción y reacción de estos. (INVIAS, 2008)

La siguiente ilustración muestra el triángulo de visibilidad requerido:



INTERSECCIÓN CON SEÑAL DE PARE EN LA CALZADA SECUNDARIA

Ilustración 2. Distancia de visibilidad de intersecciones. Triangulo mínimo de visibilidad

La siguiente ecuación calcula la distancia de cruce cuando el vehículo en la calzada secundaria es quien realiza la acción de pare:

$$Dc = 0.278 \times Ve \times (t_1 + t_2)$$

Ecuación 6. Distancia de cruce

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde,

Dc: Distancia mínima de visibilidad lateral para el vehículo de la vía primaria medida desde la intersección en metros.

Ve: Velocidad específica del vehículo de la calzada principal en kilómetros/hora.

t₁: Tiempo de percepción y reacción del vehículo que cruza, adaptado a 2.5 segundos, según Manual.

t₂: Tiempo de acelerar y recorrido de distancia S de la ilustración 2. En segundos. (INVIAS, 2008)

El tiempo t₂ es necesario para recorrer la distancia S, la cual se calcula mediante la siguiente suma

$$S = D + W + L$$

Ecuación 7. Distancia S (separación)

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde,

D: Distancia del vehículo detenido y la orilla de la calzada principal adoptada como 3 metros según el manual.

W: Ancho de la calzada principal en metros.

L: Longitud del vehículo en metros.

Por lo tanto, el valor de se calculará así,

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \times (D + W + L)}{9.8 \times a}}$$

Ecuación 8. Tiempo 2

Fuente: (INVIAS, 2008)

Donde,

D: Tres metros (3.0 m)

W: Ancho de la calzada principal o anchura total de carriles, en metros.

L: Depende del vehículo

- ❖ 20.89 m para articulados.
- ❖ 11.00 m para camiones de dos ejes.
- ❖ 5.00 m para vehículos livianos

a: Aceleración del vehículo que cruza en m/s²

- ❖ 0.055 para articulados
- ❖ 0.075 para camiones de dos ejes
- ❖ 0.150 para vehículos livianos.

6.6 MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO

Esta consiste en adelantar el vehículo que circula en la misma dirección, pero con una velocidad menor en comparación con el que realiza la maniobra, generalmente involucra tres vehículos, los dos que adelanta, uno rápido y otro lento, y el que se encuentra circulando en dirección contraria.

Existen dos tipos de adelantamiento, el primero es el adelanto lanzado, aquí el vehículo con mayor velocidad realiza su adelanto sin necesidad de disminuir su

velocidad, el segundo caso es el adelantamiento partiendo del seguimiento, donde el carro veloz, debe disminuir la velocidad, hasta igualar la del vehículo lento y así finalizar con el adelanto cuando sea posible, es frecuente desistir de la maniobra de adelantamiento regresando al carril propio, detrás del vehículo menos veloz. (Llorca, Moreno, & García, 2014)

6.6.1 Factores influyentes en la maniobra de adelantamiento

A la hora de adelantar existen diversos factores que influyen dependiendo de las características y condiciones de la vía, estas son:

- ❖ Geometría de la vía: estos influyen la visibilidad a la hora de realizar esta maniobra, incluyen obstáculos exteriores como edificios, iluminaciones, vegetación, etc. (Llorca, Moreno, & García, 2014)
- ❖ Dimensiones del vehículo: influye tanto las dimensiones del vehículo veloz como las del vehículo lento, puesto que el ancho y la altura del vehículo afectan la visibilidad, a lo que genera un impacto en la percepción y decisión de ejecutar la maniobra. (Llorca, Moreno, & García, 2014)
- ❖ Trafico: puede ser el factor que más influya, puesto que se ven involucrados la velocidad, el volumen y la composición. (Llorca, Moreno, & García, 2014)
- ❖ Velocidad de operación: la velocidad es directamente proporcional a la demanda de adelantamientos, ya que, a mayor cantidad de carros veloces, mayor el número de adelantos en cierto tramo. (Llorca, Moreno, & García, 2014)
- ❖ Factor humano: Muchas veces el comportamiento del conductor el momento, el conocimiento de la vía y la capacidad de toma de decisiones influyen en el momento de realizar la maniobra
- ❖ Pendientes logarítmicas: influyen en la variación de la velocidad de los vehículos a la hora de realizar la maniobra. (Llorca, Moreno, & García, 2014)
- ❖ Tipo de conductor: según los estudios de Egea, el tipo de conductor influye a la hora de adelantar de la siguiente manera
 - Conductor joven inexperto: este conductor busca experiencias nuevas, poniendo en riesgo su seguridad y la de los demás.
 - Conductor joven experto: Posee la capacidad de identificar los riesgos en la vía evitándolos de forma eficiente
 - Conductor mayor experimentado: este tipo conduce alerta y a la defensiva debido a su experiencia (Torres del Campo, 2013)

Diversos expertos del tema, se han pronunciado a lo largo del tiempo afirmando de la siguiente manera, en el año 1987 afirmo que la experiencia es un elemento útil para la percepción del peligro, es decir, a entre mayor

experiencia tenga el conductor, mayor es su visualización del peligro, por otro lado, expreso que dos conductores con la misma edad, uno pose más de 40 mil Km es un conductor hábil, en cambio otro con tan solo 10 mil Km es un conductor lento. (OCDE, 2006)

Mijuskovic en el año 1998 identifico que un conductor joven, así no tenga la posibilidad de adelantar, este va a hacerlo, pues involucra más sus emociones de adrenalina que su propia seguridad. (Torres del Campo, 2013)

Fara et al en año 2009, busco una diferencia entre el género con respecto a la velocidad, llegando a la conclusión que generalmente los hombres conducen más rápido que las mujeres, de esta forma realizan la maniobra de forma más eficiente, evitando posibles accidentes. (Torres del Campo, 2013)

6.6.2 Relación entre la maniobra de adelantamiento y la accidentalidad

Los adelantamientos en vías de dos carriles con sentido bidireccional son los más relacionados con los índices de accidentabilidad, según el Observatorio Nacional De Seguridad Vial, en Santander en el año 2019 durante los primeros nueve meses se presentaron 5.077 accidentes de tránsito, de los cuales el 25,07% se atribuyen a causas relacionadas con la distancia de visibilidad de adelantamiento, tales como adelantar invadiendo carril del sentido contrario, frenar bruscamente, adelantar en zona prohibida, entre otras. (ONSV, 2019)

El número de víctimas mortales por accidentes de tránsito continúa aumentando, de acuerdo con el último informe proporcionado por la Organización Mundial de la Salud, nos arroja que 1.35 millones mueren al año como producto de accidentes de tránsito, podemos decir que una población del tamaño de los habitantes de la ciudad de Barranquilla desaparecen en el año por accidentes en carretera,. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018) y diariamente son 3.000 las muertes por la acción de moverse. Además, entre 20 y 50 millones más sufren traumatismos por esta misma causa.

Según el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses—INMLCF/ Grupo Centro de Referencia Nacional sobre Violencia—GCRNV, de enero a diciembre de 2019 murieron 5.468 hombres y 1.221 mujeres en eventos de transporte, en el 2018 fueron 6.494, esto quiere decir que las muertes aumentaron un 2.92%. Asimismo, el grupo de edad con mayores

fallecimientos fue entre los 20-25 años. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018)

6.6.3 Estudios previos realizados a la maniobra de adelantamiento

CARLSON ET AL: El estudio se realizó en Texas, Estados Unidos, realizando la maniobra en una carretera de sentido bidireccional, maniobrado con tres velocidades diferentes

Esta investigación se basó en el estudio de cuatro variables, estas son la velocidad de adelantamiento promedio, diferencia de velocidades entre los vehículos involucrados, distancia recorrida por el vehículo de mayor velocidad a partir de la invasión del carril contrario y tiempo de adelantamiento. Se concluyó que la velocidad promedio del vehículo rápido supera 9 Km/h al vehículo lento, la diferencia de velocidades entre los vehículos es diferentes a las postuladas por AASHTO, pero el tiempo y la distancia recorrida son similares. (Torres del Campo, 2013)

HARWOOD ET AL: El estudio se realizó en dos vías de Estados Unidos en el estado de Pennsylvania, en este estudio las variables estudiadas fueron: la distancia de adelantamiento por parte del vehículo veloz, la diferencia de velocidad entre los vehículos involucrados, la desaceleración del vehículo veloz cuando desiste de la maniobra y la efectividad en la maniobra en las zonas cortas de adelantamiento.

Finalmente se concluyó que las zonas cortas de adelantamiento con cumplen con su función de diseño debido a que carecen de seguridad, al comparasen los datos con el estudio anterior estos son resultados cuantitativos menores. (Torres del Campo, 2013)

POLUS ET AL: Este estudio de campo tuvo como principal objetivo desarrollar modelos para cuantificar los componentes principales en la maniobra de adelantamiento, comparando sus resultados con los modelos existentes para el diseño de carretera. Los tiempos medidos y las distancias fueron recolectados en diferentes carreteras.

En el estudio se pudo concluir que el comportamiento del conductor es similar con respecto al modelo AASHTO, las distancias son mayores cuando se está adelantando a vehículos largos como camiones, buses respecto a vehículos livianos. (Torres del Campo, 2013)

6.7 SEÑALIZACIÓN

Es importante estar alerta a la señalización de la vía cuando se desea hacer la maniobra de adelanto, pues de esta forma se realiza de forma segura evitando accidentes.

En zonas rurales es obligatoria anunciar el adelanto con 60 metros de anterioridad, y 30 metros antes en las zonas urbanas, cumpliendo no adelantar en las siguientes situaciones:

- ❖ En intercepciones, curvas o pendientes.
- ❖ Cuando no haya suficiente visibilidad por el entorno o cercas de pasos peatonales
- ❖ En intercepciones de la vía férrea
- ❖ Por medio de la berma o a la derecha del vehículo

6.7.1 Señales

Gracias a las diversas señales de tránsito, en 1949 fue convocada en Ginebra, Suiza, a una asamblea de países por la Organización de Naciones Unidas, con el fin de encontrar una forma para unificar las señales de tránsito y que sean reconocida por los conductores en el exterior. En virtud de las marcadas diferencias de forma y color existentes entre los sistemas europeo y norteamericano, se evitó una unificación que supusiese un cambio drástico en ellos. (INVIAS, 2015)

En 1952, un grupo de técnicos realizaron un estudio sobre la unificación de señales y presentaron su informe ante la Comisión de Transportes y Comunicaciones de la ONU, en que se sentaron las bases para un sistema mundial de señales, el Consejo Económico y Social de la misma Organización lo aprobó en 1955. Después en noviembre de 1968 se celebró la reunión de la Convención de Tráfico Vial en Viena, Austria, en la cual se acordó que todas las señales, semáforos y demarcaciones instalados en un territorio deberían formar un sistema coherente que fuese diseñado y localizado de manera que permita su fácil reconocimiento. (INVIAS, 2015)

Para el año 2008, en Colombia el Ministerio de Transporte, en cumplimiento de las políticas prioritarias establecidas en materia de seguridad vial aprobadas en el Plan Nacional de Seguridad Vial (Resolución No. 4101 de 2004), toma el manual Interamericano de Dispositivo para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, para realizar una adaptación coherente con la condición actual del país, especialmente las relacionadas con los siguientes aspectos: los nuevos desarrollos tecnológicos mundiales en los materiales retroreflectivos de la señalización horizontal y vertical y en la electrónica aplicada, el importante desarrollo vial y modernización de la infraestructura de carreteras y calles que ha tenido Colombia en los últimos años, el aumento acelerado del parque automotor,

el aumento permanente del número de viajes urbanos y rurales, y atendiendo las exigencias de mayor desempeño que debe brindar la señalización vial para garantizar la seguridad en la nueva infraestructura. (INVIAS, 2015)

Teniendo en cuenta el tramo de vía de estudio se debe tener en cuenta las siguientes señales:

- ❖ Señales verticales: Son postes con placas fijadas o instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas previene a los usuarios de los peligros más influyentes en la carretera, reglamenta las condiciones y restricciones como la velocidad o prohibiciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas. De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:
 - Señales preventivas
 - Señales reglamentarias
 - Señales informativas (Movilidad de Medellín)

- ❖ Señales horizontales: Está conformada por líneas, flechas, símbolos y letras que están pintados sobre la carretera, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. (Movilidad de Medellín)

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado. (Movilidad de Medellín)

Para realizar de forma segura la maniobra de adelantamiento es de suma importancia tener en cuenta también los tipos de señales nombrados a continuación

Señales reglamentarias de adelantamiento

Indica al conductor prohibición, limitación o restricción de la maniobra, hacer caso omiso de esta constituye falta

- ❖ Señal reglamentaria prohibido adelantar



Ilustración 3. Señal prohibida adelantar

Fuente: (INVIAS, 2015)

Señales de piso de adelantamiento

Se encuentran marcadas sobre el pavimento de forma paralela al sentido de circulación, con color blanco para calzadas de una sola dirección y amarillo para calzadas bidireccionales.

- ❖ Señal de piso continua y sencilla, esta significa que se encuentra prohibido adelantar



Ilustración 4. Señal de piso continua y sencilla

Fuente: (Escuela de automovilismo Conducir Colombia, 2018)

- ❖ Señal de piso continua y doble, esta significa que ninguno puede adelantar



Ilustración 5. Señal de piso continua y doble

Fuente: (Escuela de automovilismo Conducir Colombia, 2018)

- ❖ Señal de piso a trazos y doble, esta significa que ambas direcciones pueden adelantar



Ilustración 6. Señal de piso a trazos y doble

Fuente: (Escuela de automovilismo Conducir Colombia, 2018)

- ❖ Señal de piso a trazos y sencilla, esta significa ambos pueden adelantar



Ilustración 7. Señal de piso a trazos y sencilla

Fuente: (Escuela de automovilismo Conducir Colombia, 2018)

- ❖ Señal de piso combinada y doble, esta significa que puede adelantar el vehículo que transita por el lado de la línea a trazos



Ilustración 8. Señal de piso combinada y doble

Fuente: (Escuela de automovilismo Conducir Colombia, 2018)

7. METODOLOGÍA

7.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El tramo de la carretera utilizado para la investigación hace parte de la ruta nacional 45A07, que inicia en el PR 68 del municipio de Piedecuesta y finaliza en el PR 78 Los Curos, en el departamento de Santander. Este tramo comprende aproximadamente 10 Km de una vía bidireccional de una sola calzada, la vía está ubicada en un sector de topografía montañosa y en algunos segmentos presenta pendientes suaves y en un solo trayecto una pendiente marcada. (Caicedo Barrera, 2018)

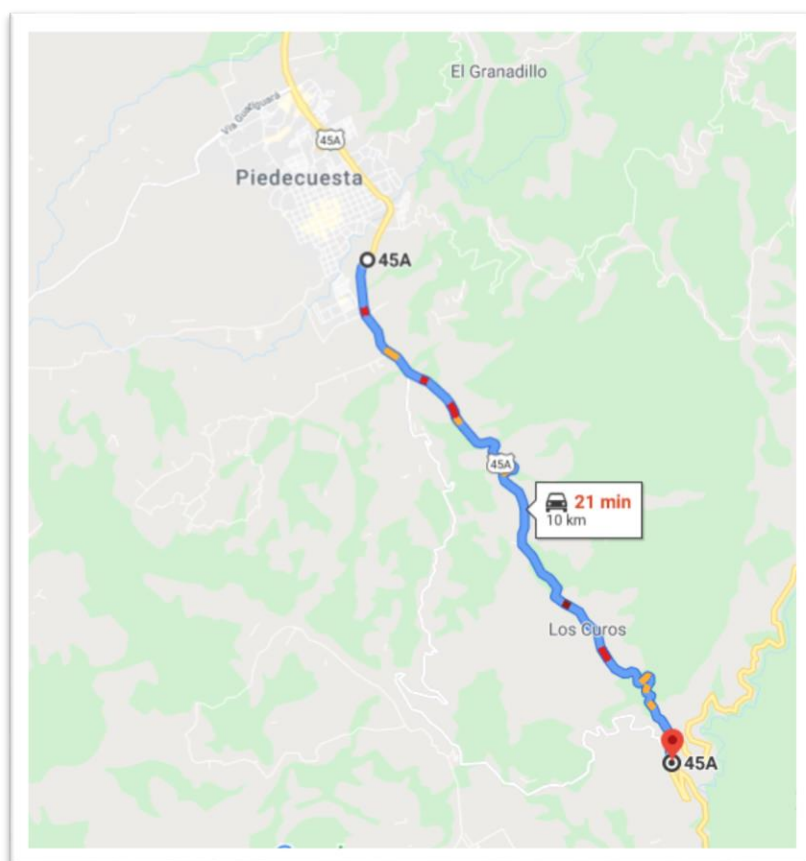


Ilustración 9. Tramo de vía de estudio

Fuente: (Google Maps)

7.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO

La ruta nacional 45A tiene una longitud total de 515.68 Km, de los cuales 90 Km pertenecen a la ruta 45A07 que comunica a los municipios San Gil con

Bucaramanga, con un porcentaje de 13 % en doble calzada, cabe resaltar que la vía posee el 100 % de su carretera pavimentada, de la cual se estudió el tramo que comprende del PR 68 a el PR 78, entre Piedecuesta y Los Curos, con una longitud de 10.000 metros.

El tramo de estudio tiene como categoría de carretera ser una vía primaria de una calzada, con un ancho de calzada de 7.3 m y cada carril tiene 3.65 m, con bermas de aproximadamente 0.5 m y en algunos tramos no cuenta con berma. (Caicedo Barrera, 2018)

La vía está ubicada en un sector de topografía montañoso y la velocidad de diseño en esta vía es de 30 Km/h en zona suburbana y en zona rural es de 60 Km/h. (Caicedo Barrera, 2018)

7.3 TRANSITO

Según el instituto nacional de vías (INVIAS), su último documento sobre volúmenes de tránsito, presenta un resumen del porcentaje y tipo de vehículos que usan las vías nacionales, el volumen de tráfico vehicular en forma de TPDS obtenido de las estaciones de conteo de todas las zonas territoriales, en nuestro caso la estación número 144 entre Los Curos-Piedecuesta, tal cual como lo muestra la siguiente tabla.

AÑO	TPDS	AUTOMÓVILES (%)	BUSES (%)	CAMIONES (%)
2010	8663	51%	8%	41%
2011	10727	51%	13%	36%
2012	8838	54%	6%	4%
2013	8950	56%	8%	36%
2014	9790	57%	7%	36%
2015	9827	57%	7%	36%
2016	11873	67%	7%	26%
2017	7090	53%	8%	39%
2018	9020	57%	4%	39%

Tabla 8. TPDS Los Curos-Piedecuesta

Según la tabla anterior, en el año 2018 el mayor porcentaje de vehículos que circularon por este tramo de vía fueron los vehículos livianos un porcentaje de 57%, seguido de los camiones con un porcentaje de 39% y finalmente los buses con un porcentaje de 4%.

7.4 BASES DE DATOS

La toma de datos para este proyecto se basó en la recopilación de información sobre el diseño geométrico, estado visual de la vía y las distancias experimentales de adelantamiento de 34 conductores, de los cuales solo se tuvieron en cuenta 26 conductores, pues fueron los videos de estos conductores en donde pudimos observar que se realizó la maniobra de adelantamiento por el tramo de vía desde el PR 68 en Piedecuesta hasta el PR 78 en Los Curos en las dos direcciones, estos datos fueron suministrados por el estudio realizado por el ingeniero Luis Carlos Caicedo Barrera "Estudio de la consistencia en el trazado del tramo de la carretera de la red vial 45ª07 ubicado entre el PR 68 y el PR 78 mediante el análisis de la velocidad de operación" como maestrante y dirigido por la magister Norma Solarte Vanegas. (Caicedo Barrera, 2018)

Es importante resaltar que, de los videos suministrados, solo se tuvieron en cuenta los videos que fueron posibles visualizar y en donde el conductor haya realizado en algún momento del trayecto la maniobra de adelantamiento.

La base de datos de este proyecto se obtuvo por medio del equipo de medición VBOX Lite de 10Hz, el cual cuenta con un registro GPS preciso a 10 Hz que proporciona información del vehículo sobre la posición del circuito, el tiempo de vuelta, la velocidad, aceleración, abscisas, dirección, ángulo de deslizamiento, latitud.



Ilustración 10. Equipo Video Box

Fuente: (Ebay.de)

Los datos se integran perfectamente con gráficos en tiempo real y se pueden visualizar por medio del software de alta precisión Racelogic VBox Tools, permitiendo un análisis personalizado acerca de las diferentes variables.

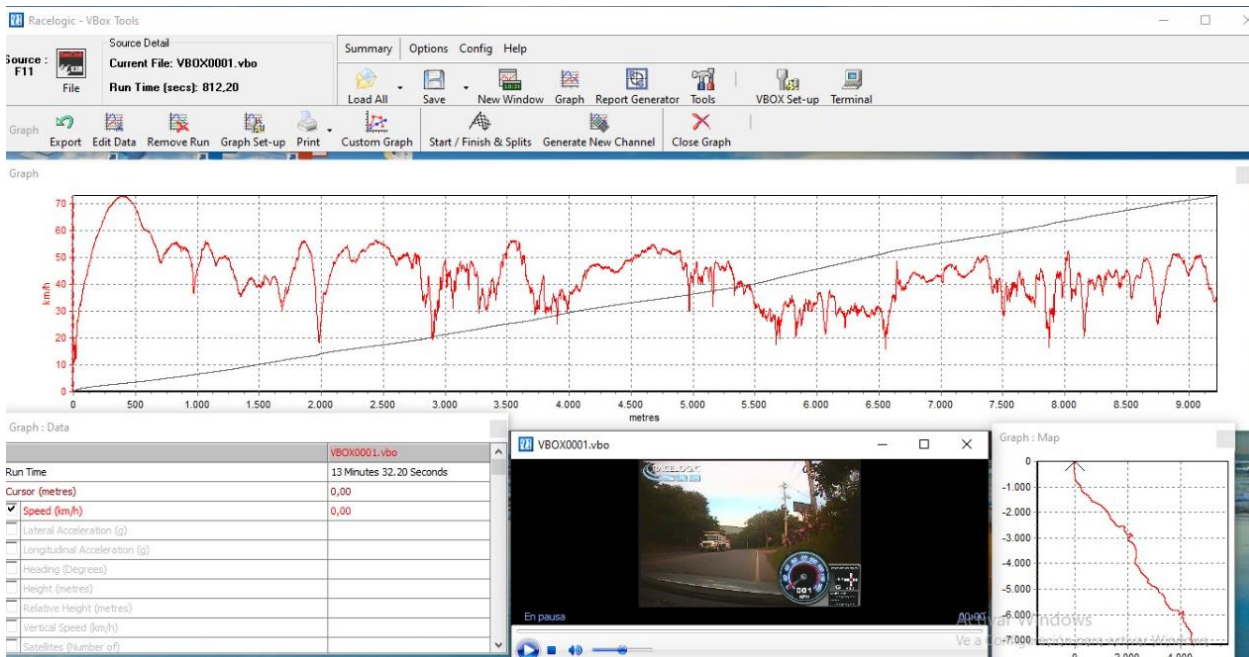


Ilustración 11. Visualización del software Racelogic VBOX Tools

Fuente: Propia

Este programa fue de suma importancia para detectar las maniobras de adelantamiento realizadas, brindándonos las distancias parciales de adelantamiento (D1, D2, D3, D4, DA), su aceleración, velocidad y tiempo; permitiéndonos así, compararlo con la norma colombiana del manual de diseño geométrico de carretera.

7.5 TOMA DE DATOS

Para obtener los datos de las maniobras de adelantamiento fue necesario observar cada uno de los videos por medio del software Racelogic VBox Tools, teniendo en cuenta solo los videos de los 26 conductores en el momento en donde se realiza la maniobra sea en el sentido Piedecuesta-Curros o viceversa.

En la siguiente ilustración se puede ver el momento preciso en donde el conductor percibe y reacciona decidiendo iniciar la maniobra de adelantamiento en el primer punto de la distancia D1, se detuvo el video y se procedió a tomar los datos que suministra el proyecto



Ilustración 12. Visualización inicio D1

Fuente: Propia

En la siguiente ilustración se puede ver el momento en donde el conductor termina de recorrer la distancia D1 y empieza a invadir el carril contrario en el primer punto de la distancia D2 de la maniobra de adelantamiento. En este instante se detuvo el video y se procedió a tomar los datos que suministra el proyecto, teniendo en cuenta que en este momento el D1 final coincide con el D2 inicial, así que compartirán datos de abscisa, velocidad y tiempo.



Ilustración 13. Visualización fin D1 e inicio D2

Fuente: Propia

Luego detuvimos el video para culminar la distancia D2 e iniciar el recorrido de la distancia D3, en este momento también comparten los mismos datos que mencionamos anteriormente (velocidad, tiempo, abscisa)



Ilustración 14. Visualización fin D2 e inicio D3

Fuente: Propia

Seguidamente en este momento finaliza la distancia de seguridad D3 entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en dirección opuesta, además de que en este momento también coincide con los datos (velocidad, tiempo, aceleración) del inicio de la distancia recorrida por el vehículo en sentido opuesto.



Ilustración 15. Visualización fin D3 e inicio D4

Fuente: Propia

Finalmente se toman los datos de la terminación del recorrido de la distancia D4, la cual es en el momento donde se visualizó la aparición del vehículo que circula en la dirección opuesta.



Ilustración 16. Visualización fin D4

Fuente: Propia

Cabe aclarar que a la mitad de los conductores no tuvieron datos sobre las distancias D3 y D4, porque realizaron la maniobra de adelantamiento sin que se visualizara un vehículo en sentido opuesto, estos datos se pueden observar en el ANEXO A, mientras que los datos que poseen las cuatro distancias que suman la distancia de adelantamiento se encuentran en el ANEXO B.

Como se mencionó anteriormente la toma de datos fue sobre las abscisas, velocidades y tiempos, en un punto inicial y final de la respectiva distancia recorrida, por medio del software Racelogic VBox Tools en una ventana grafica sobre los datos como se puede ver en la siguiente ilustración.

Graph : Data

VBOX0003.vbo	
Run Time	10 Minutes 38.80 Seconds
Cursor (metres)	7035,79
<input checked="" type="checkbox"/> Speed (km/h)	64,19
<input checked="" type="checkbox"/> Time (Seconds)	485,46

Ilustración 17. Visualización grafica de datos del software Racelogic VBox Tools

Fuente: Propia

7.5.1 VELOCIDAD

Para la toma de este dato se utilizó el software Racelogic VBox Tools, en el punto inicial y final de cada una de las distancias que conforman la distancia de adelantamiento, además fue necesario agrupar las velocidades halladas en las distancias D1 y D2 en intervalos de a 15 Km/h, empezando por las velocidades menores a 20 Km/h, hasta llegar a 110 Km/h, como lo podemos observar en el ANEXO C y ANEXO D.

Además, se tuvo en cuenta la gráfica de velocidad VS abscisas que suministra el software, en donde la velocidad asciende de tal forma que muestra picos de aceleración y desaceleración, como lo podemos observar en la siguiente ilustración.

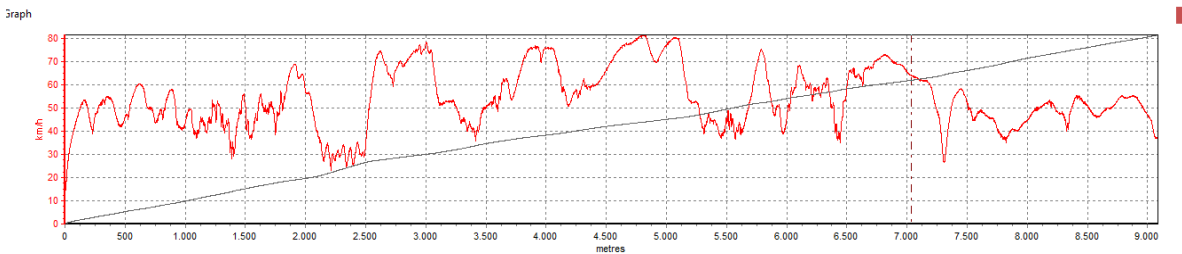


Ilustración 18. Visualización grafica Velocidad Vs Abscisas

Fuente: Propia

7.5.2 ACELERACIÓN

Se calculó por medio de la ecuación número 1, que se describe en el numeral 6.3, utilizando las velocidades y las distancias iniciales y finales, luego de obtener todas las aceleraciones de los adelantamientos se calculó un promedio de aceleración para cada uno de los intervalos de velocidad de las distancias D1 y D2, para que de esta manera se pueda calcular un porcentaje de error entre los datos de nuestra investigación con los datos calculados de la norma del manual de diseño geométrico de carretera de INVIAS con la ecuación número 4.

7.6 ESTADO DE SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA

A lo largo de los 10 Kilómetros de vía con sentido bidireccional se encuentran señalizaciones verticales, y horizontales para informar a los usuarios sobre el buen uso de esta.

La señalización vertical en el tramo de vía se compone por varias placas fijadas en postes en donde prohíben adelantar, reglamentan la velocidad que se debe llevar,

informan que se acerca zona de accidentalidad, las cuales se indican en las ilustraciones:

En la primera ilustración se puede evidenciar como se reglamenta en este tramo de vía circular a 30 Km/h y como el conductor no cumple con la señal y circula a 43 Km/h



Ilustración 19. Visualización de señal vertical 30 Km/h

Fuente: Propia

En la siguiente ilustración se encuentra la señal vertical de prohibido adelantar justo antes de que el conductor decida iniciar la maniobra de adelantamiento, haciendo caso omiso a esta señal reglamentaria.



Ilustración 20 Visualización de señal vertical de prohibido adelantar

Fuente: Propia

Finalmente, en la última ilustración es notorio la señal que informa acerca de que se aproxima a una zona de accidentalidad, por lo cual se debe tener mayor precaución a la hora de conducir por este tramo de vía.



Ilustración 21 Visualización de señal vertical zona de alta accidentalidad

Fuente: Propia

Durante el recorrido siempre está presente la señal horizontal de doble línea amarilla continua, indicando así la prohibición de maniobras de adelantamiento como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 22 Visualización de señal horizontal de doble línea amarilla}

Fuente: Propia

Además de que en una zona del tramo se presenta como señal horizontal advirtiendo al conductor del vehículo que se encuentra en zona escolar a lo cual debe disminuir su velocidad, para evitar un posible accidente a un peatón.



Ilustración 23 Visualización de señal horizontal de zona escolar

Fuente: Propia

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 ADELANTAMIENTO

Se presentaron 80 maniobras de adelantamiento, 32 en sentido Piedecuesta-Curos (Ida) y 48 en sentido Curos-Piedecuesta (Regreso), realizadas por 26 conductores, de los cuales 13 realizaron la maniobra de adelantamiento en algún momento del recorrido, según la norma, es decir, en el sentido opuesto del recorrido se acercaba un vehículo.

CONDUCTORES					21
1	6	11	16	22	
2	7	12	17	23	
3	8	13	18	24	
4	9	14	19	25	
5	10	15	20	26	
Realizaron					
No realizaron					

Tabla 9 Conductores

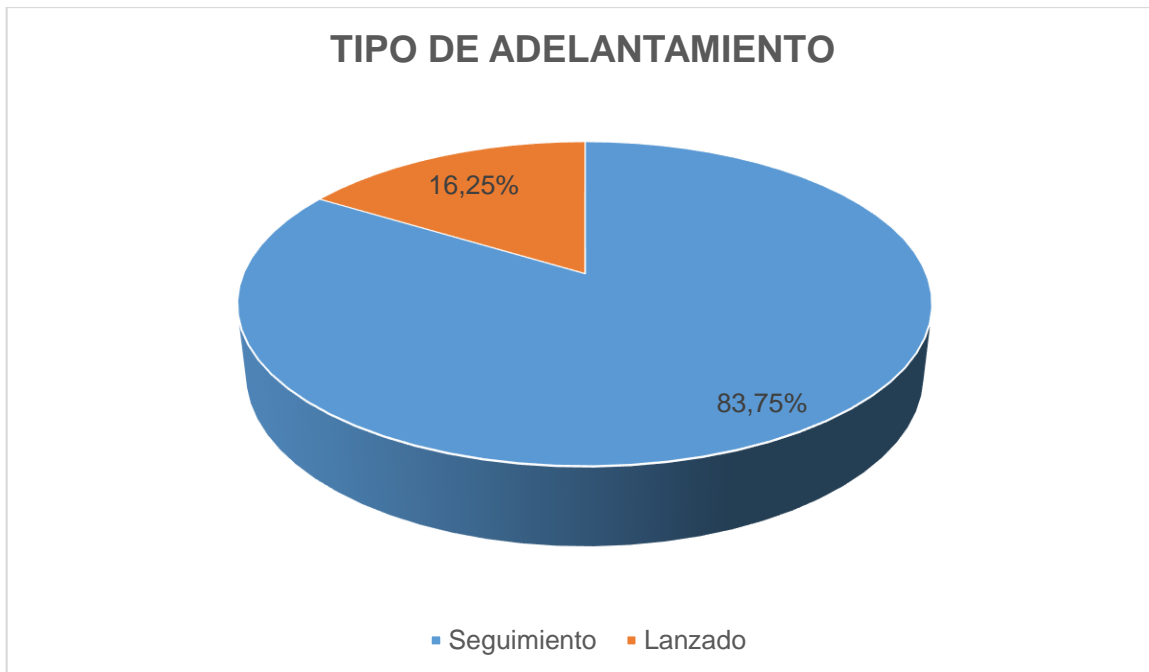
En el siguiente grafico podemos observar que el 50% de los conductores realizan la maniobra de adelantamiento en algún momento del trayecto, sabiendo que es prohibido hacerlo, pues como señal de transito de piso, se muestra doble línea amarilla.



8.2 TIPO DE ADELANTAMIENTO

Para clasificar que tipo de adelantamiento existe, es necesario analizar las aceleraciones y desaceleraciones de los vehículos, estas son suministradas por el programa Racelogic VBox Tools, en donde se evidencia si el conductor que va a realizar la maniobra llega con una velocidad superior a la del vehículo que va a adelantar, facilitándole la maniobra sin disminuir su velocidad, en este caso el tipo de adelantamiento sería lanzado; mientras que, cuando el conductor se encuentre con el vehículo que va a adelantar, deberá disminuir su velocidad hasta que le sea posible realizar la maniobra, será un adelantamiento que parte del seguimiento.

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, de las 80 maniobras de adelantamiento, 13 fueron de tipo lanzado, es decir un 16.25 %, y 67 maniobras fueron partiendo del seguimiento, es decir, 83.75 %.



En las siguientes tablas, podemos observar con exactitud qué tipo de adelantamiento es y en qué sentido se está realizando la maniobra.

SENTIDO: Piedecuesta-Curos		
MANIOBRA N°	TIPO DE ADELANTAMIENTO	
	Lanzado	Seguimiento
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		X
7	X	
10		X
17		X
20		X
21		X
22		X
23		X
30		X
31		X
33		X
34		X
36		X
37		X
38		X
39		X
44		X
47		X
51	X	
53		X
56		X
57		X
67		X
70		X
71	X	
76		X
77	X	

Tabla 10 Relación de la maniobra con el tipo de adelantamiento en sentido Piedecuesta-Curos

SENTIDO: Curos-Piedecuesta		
MANIOBRA N°	TIPO DE ADELANTAMIENTO	
	Lanzado	Seguimiento
8		X
9		X
11	X	
12		X
13		X
14		X
15		X
16		X
18		X
19		X
24		X
25		X
26		X
27		X
28		X
29		X
32		X
35		X
40		X
41		X
42	X	
43		X
45	X	
46	X	
48		X
49		X
50		X
52		X
54		X
55		X
58		X
59		X
60	X	
61		X
62	X	
63		X
64	X	
65		X

66	X	
68		X
69		X
72		X
73	X	
74		X
75		X
78		X
79		X
80		X

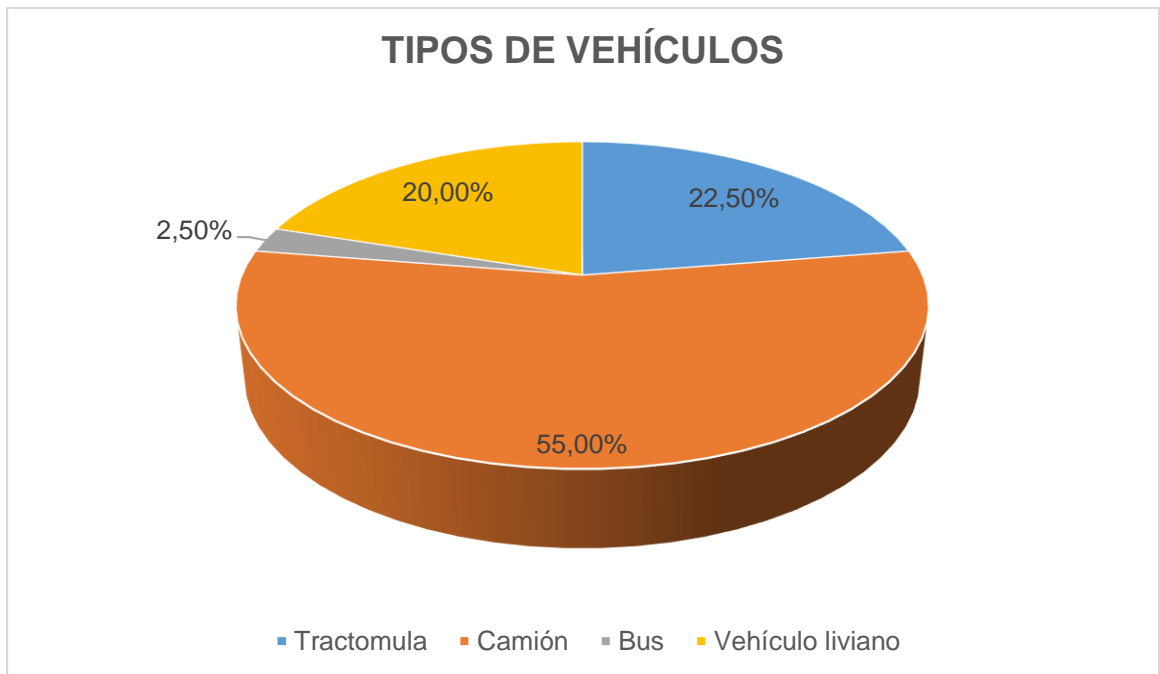
Tabla 11 Relación de la maniobra con el tipo de adelantamiento con sentido Curos-Piedecuesta

8.3 TIPOS DE VEHÍCULOS ADELANTADOS

El tipo vehículo que se va a adelantar tiene una gran importancia, pues según se clasifique ocupará cierto espacio en el carril, en cuanto a lo largo, ancho y alto; así mismo el conductor deberá llevar una velocidad y tener buena visibilidad para adelantarlo.

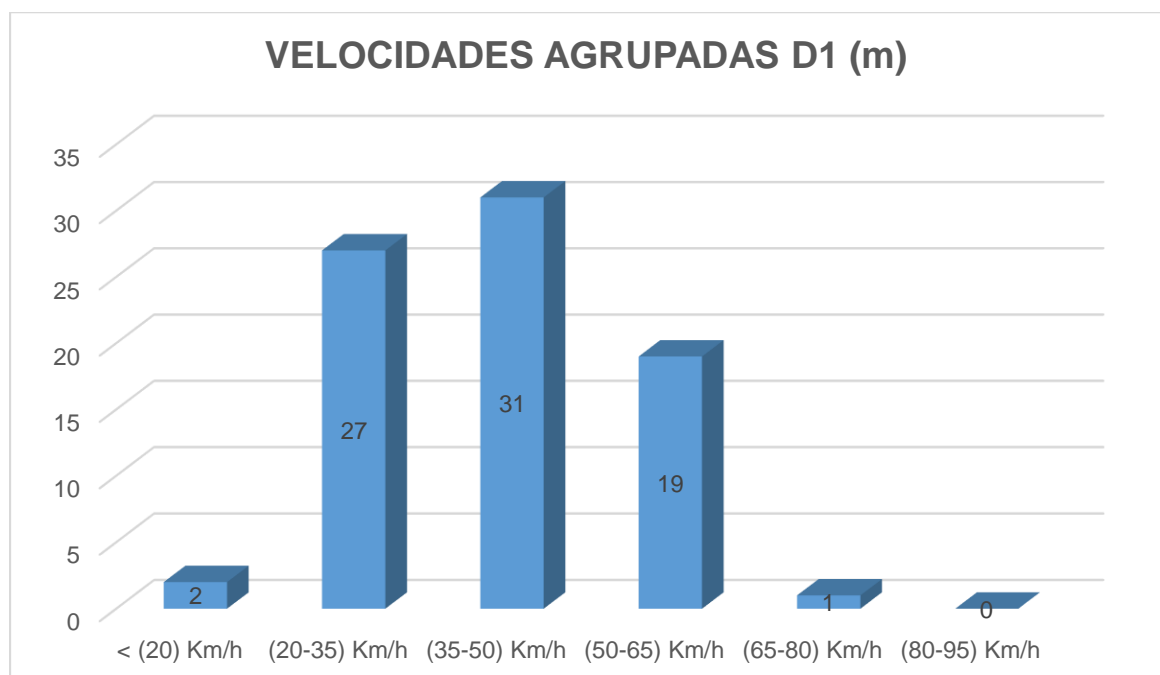
TIPOS DE VEHÍCULO ADELANTADOS	ADELANTAMIENTOS
Tractomula	18
Camión	44
Bus	2
Vehículo liviano	16
TOTAL	80

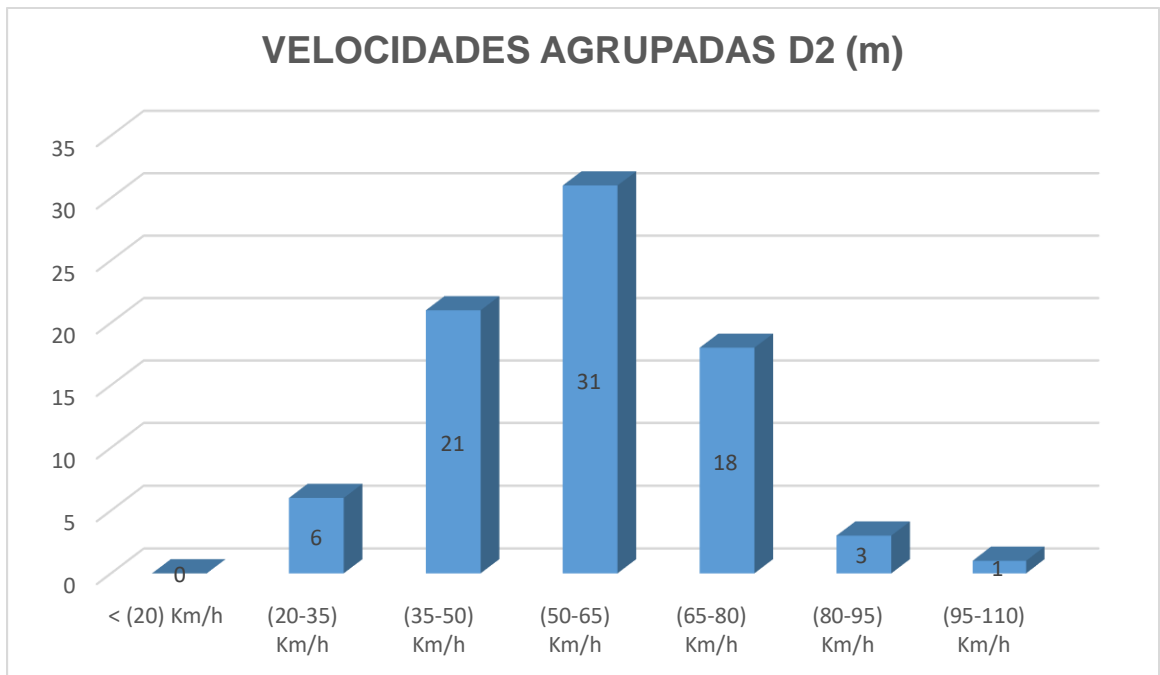
Tabla 12 Relación de adelantamientos y los vehículos adelantados



8.4 CLASIFICACIÓN DE VELOCIDADES

A continuación, representamos a través de gráficas, la agrupación de las velocidades en rangos que aumentan sucesivamente de a 15 Km/h; al iniciar la maniobra (D1) y al momento de ocupar un espacio en el carril contrario (D2).





Al tomar los datos de las velocidades que llevan los conductores, se pudo observar velocidades menores a 50 Km/h, así que fue necesario crear rangos de velocidad menores, pues según la tabla 2.8 “Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo” del Manual de diseño geométrico de carreteras de INVIAS, el rango mínimo de velocidad es de (50-65) Km/h. De esta manera se pudo analizar lo siguiente:

- ❖ Para este intervalo solo se obtuvieron dos maniobras en el sentido Curos-Piedecuesta, en ambas maniobras se adelantó un camión partiendo del seguimiento, por lo que se puede analizar que esta fue la causa de llevar tan baja velocidad solo al iniciar la maniobra, pues para el D2, en la ocupación del carril contrario no se obtuvo ningún dato en este intervalo.

D1 < (20) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(6.2-9.1)	7.65
VELOCIDAD (Km/h)	(14.15-15.26)	14.71
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.048-0.715)	0.381

Tabla 13 Intervalo con velocidad menor a 20 Km/h de D1 promedios de adelantamientos

- ❖ En las siguientes tablas evidenciamos las variables de tiempo, velocidad y aceleración, tomando así sus respectivos rangos y valores promedios, los cuales afectan directamente la maniobra inicial (D1), teniendo en cuenta los intervalos de velocidad de a 15Km/h, desde 20 Km/h hasta 80 Km/h.

D1 (20-35) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(1.3-8.2)	3.62
VELOCIDAD (Km/h)	(21.81-34.89)	28.15
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.010-0.464)	0.133

Tabla 14 Intervalo con velocidad (20-35) Km/h de D1 promedios de adelantamientos

D1 (35-50) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(1.5-5.9)	3.09
VELOCIDAD (Km/h)	(35.26-49.29)	42.67
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.012-0.549)	0.193

Tabla 15 Intervalo con velocidad (35-50) Km/h de D1 promedios de adelantamientos

D1 (50-65) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(1.2-6.5)	3.25
VELOCIDAD (Km/h)	(50.12-64.69)	57.47
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.075-0.435)	0.207

Tabla 16 Intervalo con velocidad (50-65) Km/h de D1 promedios de adelantamientos

D1 (65-80) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(3.5)	3.5
VELOCIDAD (Km/h)	(69.92)	69.92
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.208)	0.208

Tabla 17 Intervalo con velocidad (65-80) Km/h de D1 promedios de adelantamientos

- ❖ En las siguientes tablas evidenciamos las variables de tiempo, velocidad y aceleración, tomando así sus respectivos rangos y valores promedios, los cuales influyen directamente en la ocupación del carril contrario (D2), teniendo en cuenta intervalos de velocidad de a 15Km/h, desde 20 Km/h hasta 110 Km/h.

D2 (20-35) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(5.9-10.7)	7.9
VELOCIDAD (Km/h)	(21.76-34.32)	27.61
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.016-0.023)	0.019

Tabla 18 Intervalo con velocidad (20-35) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

D2 (35-50) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(3.7-9.7)	6.73
VELOCIDAD (Km/h)	(37.14-47.97)	44.69
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.062-0.373)	0.191

Tabla 19 Intervalo con velocidad (35-50) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

D2 (50-65) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(2.3-11.1)	5.64
VELOCIDAD (Km/h)	(51.57-64.97)	57.76
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.030-0.617)	0.248

Tabla 20 Intervalo con velocidad (50-65) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

D2 (65-80) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(3.4-9.1)	6.25
VELOCIDAD (Km/h)	(66.48-67.27)	71.12
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.088-0.715)	0.341

Tabla 21 Intervalo con velocidad (65-80) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

D2 (80-95) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(4.6-6.7)	5.58
VELOCIDAD (Km/h)	(82.66-86.41)	85.09
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.314-0.388)	0.363

Tabla 22 Intervalo con velocidad (80-95) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

D2 (95-110) Km/h		
	RANGO	PROMEDIO
TIEMPO (s)	(7.0)	7.0
VELOCIDAD (Km/h)	(97.86)	97.86
ACELERACIÓN (m/s²)	(0.320)	0.320

Tabla 23 Intervalo con velocidad (95-110) Km/h de D2 promedios de adelantamientos

8.5 ANÁLISIS DE ACELERACIÓN

❖ Maniobra inicial (D1):

De los 80 adelantamientos realizados, 5 maniobras presentaron desaceleraciones, con un porcentaje de 6.25%, de las cuales cuatro fueron de tipo lanzado y una partiendo del seguimiento, esto sucede debido a que cuando es un adelantamiento de tipo lanzado, el conductor del vehículo viene a una gran velocidad y durante el trayecto se encuentra con el vehículo a adelantar, que lleva una velocidad menor, a lo que el conductor debe disminuir su velocidad para visibilizar el adelantamiento y luego continuar acelerando para realizarlo. Por otra parte, la maniobra que partía del seguimiento obtuvo una desaceleración de -0.034 m/s², muy baja, debido a que pasó de 40.55 Km/h a 39.69 Km/h, menos de

1Km/h por un pequeño resalto en la vía. Los 5 casos de desaceleración obtuvieron un promedio de 0.205 m/s² y los 75 restantes un promedio 0.188 m/s².

❖ Ocupación del carril contrario (D2):

De los 80 adelantamientos realizados, 10 de estos obtuvieron desaceleraciones, con un porcentaje de 12.5%, debido a muchas razones, por las condiciones de la vía, el diseño geométrico, siendo más específicos las curvas o las velocidades mínimas con las que transitaban los otros vehículos. Los 10 casos de desaceleración obtuvieron un promedio de 0.075 m/s² y los 70 casos restantes un promedio de 0.247 m/s².

8.6 COMPARACIÓN ENTRE EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS EN COLOMBIA Y LOS DATOS DE INVESTIGACIÓN ADQUIRIDOS

De las 80 maniobras de adelantamiento, 6 maniobras cumplen con la velocidad mínima de 50 Km/h de la tabla 2.8 del manual de diseño geométrico de carreteras, así que con estos resultados obtenidos se realizó una comparación basada en dicha tabla, cada tabla tiene el número de conductor, el número de adelantamiento, el sentido de la vía, el tipo de adelantamiento, la abscisa en donde inicia y termina la maniobra, y por último la comparación de las distancia del proyecto con las distancias de la norma, lo cual da un porcentaje de error, indicando que tan cerca o alejado se encuentra el valor.

CONDUCTOR	# 7	ADELANTAMIENTO		# 18	
SENTIDO	Curos-Piedecuesta	TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5653,28	ABSCISA FINAL			5868,6
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	55,51	71,27	37,02	51,52	215,32
NORMA	45,00	195,00	55,00	97,00	392,00
% DE ERROR	23%	-63%	-33%	-47%	-45%

Tabla 24 Maniobra 18 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

CONDUCTOR	# 12	ADELANTAMIENTO	# 27		
SENTIDO	Curos-Piedecuesta	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento		
ABSCISA INICIAL	3926,41	ABSCISA FINAL	4217,36		
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	55,83	118,46	49,85	66,81	290,95
NORMA	45,00	195,00	55,00	130,00	425,00
% DE ERROR	24%	-39%	-9%	-49%	-32%

Tabla 25 Maniobra 27 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO	# 36		
SENTIDO	Piedecuesta-Curos	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento		
ABSCISA INICIAL	2236,16	ABSCISA FINAL	2468,35		
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	62,23	103,39	25,8	40,77	232,19
NORMA	45,00	145,00	30,00	97,00	317,00
% DE ERROR	38%	-29%	-14%	-58%	-27%

Tabla 26 Maniobra 36 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

CONDUCTOR	# 17	ADELANTAMIENTO	# 45		
SENTIDO	Curos-Piedecuesta	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Lanzado		
ABSCISA INICIAL	2143,82	ABSCISA FINAL	2409,92		
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	87,08	105,95	17,21	55,86	266,10
NORMA	45,00	145,00	30,00	97,00	317,00
% DE ERROR	94%	-27%	-43%	-42%	-16%

Tabla 27 Maniobra 45 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

CONDUCTOR	# 19	ADELANTAMIENTO	# 51		
SENTIDO	Piedecuesta-Curos	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Lanzado		
ABSCISA INICIAL	4420,8	ABSCISA FINAL	4555,36		
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	33,93	52,31	18,05	30,27	134,56
NORMA	45,00	145,00	30,00	97,00	317,00
% DE ERROR	-25%	-64%	-40%	-69%	-58%

Tabla 28 Maniobra 51 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 73	
SENTIDO	Curos-Piedecuesta-	TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	1978,72	ABSCISA FINAL		2137,82	
	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	DA (m)
PROYECTO	27,33	50,26	40,3	41,21	159,10
NORMA	45,00	145,00	30,00	97,00	317,00
% DE ERROR	-39%	-65%	34%	-58%	-50%

Tabla 29 Maniobra 73 de adelantamiento comparado con la tabla 2.8 del manual colombiano

9. CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta investigación fue analizar las maniobras de adelantamiento en el tramo de carretera de la red vial 45A07 ubicado entre el PR 68 y el PR 78, que comunica Piedecuesta con Curos, por medio de perfiles de velocidad con la intención de revisar los criterios de diseño de la norma colombiana del manual de diseño geométrico de carreteras de INVIAS y compararlo con el fin de determinar las distancias necesarias para poder calcular la distancia de adelantamiento.

De lo anterior se pudo concluir con los datos obtenidos que, de los 26 conductores, el 50% realizó la maniobra de adelantamiento con un vehículo en sentido opuesto, es decir que la mitad de los conductores realizan maniobras con distancias D1, D2, D3 y D4, mientras que el otro 50% solo cuenta con distancias D1 y D2.

El 100% de las maniobras de adelantamiento son prohibidas según la señalización horizontal de doble línea amarilla en todo el tramo de vía y como apoyo en algunos sectores la señalización vertical en postes metálicos de prohibido adelantar, pese a que no cumplen con la señalización, el 7.5% de las maniobras si cumple con la tabla 2.8 del manual colombiano, así que de estas maniobras se pudo hacer una comparación.

Debido a las bajas velocidades de operación en algunos puntos del recorrido fue necesario que la comparación con la norma colombiana se realizara con la ecuación 4. Distancia 1 y ecuación 5. Distancia 2, así que de todas las maniobras se halló un promedio para el tiempo y aceleración, los cuales se pueden observar desde la tabla 14 hasta la tabla 23, valores reemplazados en las ecuaciones antes mencionadas para proceder realizar una comparación en los ANEXO C y ANEXO D acerca los datos obtenidos con la norma colombiana. Esto se reflejó en el análisis de datos en el cual se encontró que el 72.5% de los adelantamientos en la fase D1 se realizaron en un intervalo de velocidades menor a 50 Km/h y el 33.75 % en la fase D2. Esto demuestra que en la fase D2 aumenta la velocidad a más de 50 Km/h cumpliendo con la velocidad mínima de la norma colombiana.

Para velocidades menores 20 Km/h no se pudo realizar una comparación con la norma, debido a que la diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el adelantado debe ser 15 Km/h como mínimo.

Además, es necesario para carreteras de dos carriles bidireccional, obtener que la máxima longitud en la visibilidad de adelantamiento sea superior a la mínima de la tabla 2.10 del manual colombiano. Por lo tanto, como norma de diseño, se debe proyectar tramos con distancia de visibilidad de adelantamiento, de tal manera que, en tramos de cinco kilómetros, se tengan subtramos de 1.500 m de distancia, pues la velocidad de diseño de esta vía es de 60 Km/h, así que sería un 30 %

mínimo de la longitud, a lo cual no cumple en ningún punto de los 10 Km de vía de estudio.

La topografía del tramo de vía de estudio es montañosa, así que el diseño geométrico de la vía cuenta con muchas curvas, lo cual dificulta la visibilidad para realizar la maniobra de adelantamiento, por ende, el 83.75% de las maniobras son adelantamientos de tipo partiendo del seguimiento y solo el 16.25% es de tipo lanzado.

El análisis de resultados logro demostrar que al contrario de lo que postula la norma en su capítulo 2, las aceleraciones en la maniobra de adelantamiento no se realizan únicamente en la primera fase del adelantamiento, se halló una aceleración promedio de $0,19 \text{ m/s}^2$ en la primera fase y $0,25 \text{ m/s}^2$ en la segunda fase, esto demostró que las aceleraciones se efectúan en su mayoría en la segunda fase ya que los conductores están acostumbrados a acelerar cuando invaden el carril contrario pensando que podrán volver a su carril con mayor rapidez.

Al realizar las comparaciones de los datos obtenidos con la norma colombiana, se obtuvieron que en las distancias de adelantamiento obtenidas de nuestra investigación están en su mayoría alejadas de lo estipulado por la norma esto se debe a bajas velocidades en el tramo debido al alto tráfico de camiones en la vía teniendo un 55%, seguido de un 22,5 % de tractomulas, un 20 % de vehículos livianos y tan solo un 2,5% de buses; lo que nos demuestra que en un 77,5 % circulan vehículos pesados haciendo difícil la maniobra de adelantamiento por lo cual toca disminuir la velocidad para realizar la maniobra de manera segura y también se debe a cortas entre tangencias lo cual hace que no se acerquen a las distancias estipuladas en el manual.

Cabe aclarar que para la realización de nuestra investigación se obtiene un pequeño margen de error al no tener la precisión exacta para detener el video en el momento exacto donde se empiezan a generar las distancias y obtener los datos necesarios para nuestra investigación.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el rango de la longitud del tramo y los conductores para de esta manera obtener más datos y realizar una investigación más profunda; teníamos como datos iniciales 34 conductores de los cuales solo pudimos analizar 26 debido múltiples razones como videos con poca visualización, videos en los que no se presenta maniobras de adelantamiento y videos que el programa no reproducían; todos estos factores van disminuyendo datos que serían de gran importancia para una excelente investigación con más exactitud.

Es de suma importancia seguir realizando estas investigaciones ya que como evidenciamos en este proyecto surgen adelantamientos con velocidades menores a las estipuladas por el manual de diseño geométrico de carreteras demostrando así inconsistencias de lo que está en la norma a lo que vivimos a la hora de salir a campo; realizando estas investigaciones le daríamos ideas al manual de diseño geométrico de carreteras para que incorpore las maniobras que tienen una velocidad menor a 50 Km/h.

Seria de vital importancia realizar este tipo de investigaciones en diversas partes del país para así obtener más datos en vías con diseños geométricos diferentes y analizar el comportamiento de la maniobra de adelantamiento con lo estipulado en el diseño geométrico para carreteras puesto que la norma nos debe brindar una mayor eficacia, fluidez y seguridad.

11. REFERENCIAS

- Alcaldía de, B. (s.f.). *Municipio de Bucaramanga*. Recuperado <http://versionantigua.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=9>.
- Caicedo Barrera, L. C. (2018). *Estudio de la consistencia en el trazado del tramo de la carretera de la red vial 45A07 ubicado entre el PR68 y el PR78 mediante el análisis de la velocidad de operación*. Bucaramanga: UPB.
- Carreras Valdés, A. J. (2009). *La consistencia del diseño geométrico en vías de interés nacional de dos carriles*. Santa Clara. Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de las villas.
- DANE. (2019). *Boletín técnico. Estadísticas vitales*.
- Ebay.de. (s.f.). Racelogic Video Vbox Lite Two Camera Video And Data Logger - With OLED Display. Obtenido de <https://www.ebay.de/itm/Racelogic-Video-Vbox-Lite-Two-Camera-Video-And-Data-Logger-With-OLED-Display-/301836591009>
- Escuela de automovilismo Conducir Colombia. (2018). Señales de Piso. *Conducir Colombia*. Obtenido de <http://www.conducircolombia.com/senalesdepiso.html>
- Florez Cote, M. K. (2016). *Análisis de velocidad entre la intersección La Cemento (PR 0+300) y el peaje Rionegro 5300(PR 13+000) de la ruta nacional 45a08*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- García Ramírez, Y. D. (2014). *ACELERACIONES Y DESACELERACIONES DE VEHÍCULOS*. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan.
- González, J. P. (s.f.). *Transito de Bucaramanga recuperado de* <https://www.transitobucaramanga.gov.co/files/2019/estadisticas/accidentes-ene-mar-2019.pdf>.
- Google Maps. (s.f.). *Tramo de vía de estudio. Piedecuesta*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/>
- Gordillo Ruiz, J. C. (2014). *Estudio de accidentalidad en la vía Floridablanca - Piedecuesta en el sector cañaveral - retorno platacero empleando la metodología de una auditoría de seguridad vial*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2018). *Forensis*.
- INVIAS. (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Colombia: Ministerio de transporte.
- INVIAS. (2015). *MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL*.
- j., O. (s.f.). *Metodología para la evaluación de consistencia del trazado de carreteras INTERU*. España: Universidad politecnica de madrid.
- Llorca, C., Moreno, T., & García, A. (2014). *Revisión de criterios de distancia de visibilidad de adelantamiento*. Valencia: UPV.

- Movilidad de Medellín. (s.f.). Señales horizontales. Medellín. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap3_senales_horizontales.pdf
- Movilidad de Medellín. (s.f.). Señales Verticales. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap2_senales_verticales_informativas.pdf
- OCDE, O. p. (2006). Jóvenes conductores: El camino hacia la seguridad. *International transport forum*, 260.
- ONSV, O. n. (2019). *Siniestros de transito (P)*.
- Paula Combariza, A. V. (2018). *aceleraciones y desaceleraciones de vehiculos livianos en rectas en un tramo experimental de santander*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Pérez Sanchez, J. (2008). *La evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras: un aporte a la seguridad vial*. Universidad de Cauca.
- Pineda Uribe, B. E. (2009). La maniobra de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. *Revista Politecnica*.
- Rodriguez Delgadillo, P. A., & Valderrama Calderon, N. D. (2018). *Analisis de la distancia de visibilidad de adelantamiento de vehiculos livianos entre la interseccion la cemento (pr0+300) y el peaje rionegro 5300 (pr13+000) de la ruta nacional 45a08 en santander*. Bucaramanga: UPB.
- Saenz, E. y. (2001). *Estudio de relaciones de velocidad-geometria horizontal en las vias de la VII region*. Chile.
- Torres del Campo, A. G. (2013). *Evaluación de distancias de adelantamiento en carretera de dos pistas*. Concepción : Universidad del Biobío.
- Vargas Pico, R. (2017). *definicion del modelo de consistencia de velocidad para una carretera rural en el departamento de santander a partir de un tramo experimental*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.

12. ANEXOS

ANEXO A. Datos obtenidos de adelantamientos con distancias D1 y D2 de la vía Piedecuesta-Curos

CONDUCTOR	# 1	ADELANTAMIENTO		# 1			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6521,01	ABSCISA FINAL	6545,42	ABSCISA INICIAL	6545,42	ABSCISA FINAL	6599,65
D1 (m)	24,41		D2 (m)		54,23		
T1 (S)	3,60		T2 (S)		6,4		
Aceleración	0,18803164		Aceleración		-0,061581764		
Velocidad i(Km/H)	18,89	Vf (Km/h)	28,02	Vi (Km/h)	28,02	Vf (Km/h)	21,76

CONDUCTOR	# 1	ADELANTAMIENTO		# 2			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6648,31	ABSCISA FINAL	6665,56	ABSCISA INICIAL	6665,56	ABSCISA FINAL	6744,12
D1 (m)	17,25		D2 (m)		78,56		
T1 (S)	3,30		T2 (S)		10,7		
Aceleración	0,131751792		Aceleración		0,015940052		
Velocidad i(Km/H)	16,65	Vf (Km/h)	22,12	Vi (Km/h)	22,12	Vf (Km/h)	24,62

CONDUCTOR	# 1	ADELANTAMIENTO		# 3			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	7344,26	ABSCISA FINAL	7387,53	ABSCISA INICIAL	7387,53	ABSCISA FINAL	7448,36
D1 (m)	43,27		D2 (m)		60,83		
T1 (S)	4,20		T2 (S)		4,9		
Aceleración	0,178052253		Aceleración		0,087629192		
Velocidad i(Km/H)	30,62	Vf (Km/h)	40,70	Vi (Km/h)	40,70	Vf (Km/h)	46,41

CONDUCTOR	# 3	ADELANTAMIENTO		# 5			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	1261,77	ABSCISA FINAL	1300,6	ABSCISA INICIAL	1300,6	ABSCISA FINAL	1357,43
D1 (m)	38,83		D2 (m)		56,83		
T1 (S)	3,50		T2 (S)		3,9		
Aceleración	0,195808056		Aceleración		0,224084803		
Velocidad i(Km/H)	36,79	Vf (Km/h)	45,42	Vi (Km/h)	45,42	Vf (Km/h)	57,02

CONDUCTOR	# 3	ADELANTAMIENTO		# 8			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	4101,73	ABSCISA FINAL	4120,69	ABSCISA INICIAL	4120,69	ABSCISA FINAL	4193,36
D1 (m)	18,96		D2 (m)		72,67		
T1 (S)	1,40		T2 (S)		4,5		
Aceleración	0,435396027			Aceleración		-0,073132273	
Velocidad i(Km/H)	44,87	Vf (Km/h)	52,76	Vi (Km/h)	52,76	Vf (Km/h)	47,83

CONDUCTOR	# 4	ADELANTAMIENTO		# 10			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6565,98	ABSCISA FINAL	6591,88	ABSCISA INICIAL	6591,88	ABSCISA FINAL	6661,04
D1 (m)	25,9		D2 (m)		69,16		
T1 (S)	3,40		T2 (S)		6,7		
Aceleración	0,158691802			Aceleración		0,133536967	
Velocidad i(Km/H)	23,16	Vf (Km/h)	30,33	Vi (Km/h)	30,33	Vf (Km/h)	42,21

CONDUCTOR	# 5	ADELANTAMIENTO		# 14			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	3925,81	ABSCISA FINAL	3981,03	ABSCISA INICIAL	3981,03	ABSCISA FINAL	4075,82
D1 (m)	55,22		D2 (m)		94,79		
T1 (S)	3,90		T2 (S)		9,2		
Aceleración	0,207234722			Aceleración		0,101738776	
Velocidad i(Km/H)	47,47	Vf (Km/h)	57,63	Vi (Km/h)	57,63	Vf (Km/h)	64,97

CONDUCTOR	# 5	ADELANTAMIENTO		# 15			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5181,7	ABSCISA FINAL	5205,46	ABSCISA INICIAL	5205,46	ABSCISA FINAL	5325,55
D1 (m)	23,76		D2 (m)		120,09		
T1 (S)	1,50		T2 (S)		6		
Aceleración	0,359595			Aceleración		0,173850531	
Velocidad i(Km/H)	53,62	Vf (Km/h)	60,60	Vi (Km/h)	60,60	Vf (Km/h)	74,97

CONDUCTOR	# 6	ADELANTAMIENTO		# 16			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2885,18	ABSCISA FINAL	2897,69	ABSCISA INICIAL	2897,69	ABSCISA FINAL	2992,68
D1 (m)	12,51		D2 (m)		94,99		
T1 (S)	1,70		T2 (S)		6,2		

Aceleración		0,463856024		Aceleración		0,47917108	
Velocidad i(Km/H)	22,96	Vf (Km/h)	32,69	Vi (Km/h)	32,69	Vf (Km/h)	72,91

CONDUCTOR	# 8	ADELANTAMIENTO		# 19			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2598,09	ABSCISA FINAL	2622,85	ABSCISA INICIAL	2622,85	ABSCISA FINAL	2694,65
D1 (m)	24,76		D2 (m)		71,8		
T1 (S)	2,90		T2 (S)		5,6		
Aceleración	0,009872554			Aceleración			0,187530329
Velocidad i(Km/H)	31,5	Vf (Km/h)	31,86	Vi (Km/h)	31,86	Vf (Km/h)	47,66

CONDUCTOR	# 9	ADELANTAMIENTO		# 20			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5815,34	ABSCISA FINAL	5846,73	ABSCISA INICIAL	5846,73	ABSCISA FINAL	5905,98
D1 (m)	31,39		D2 (m)		59,25		
T1 (S)	5,10		T2 (S)		6,1		
Aceleración	0,081067374			Aceleración			0,226726036
Velocidad i(Km/H)	21,51	Vf (Km/h)	26,46	Vi (Km/h)	26,46	Vf (Km/h)	44,2

CONDUCTOR	# 9	ADELANTAMIENTO		# 21			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	7414,5	ABSCISA FINAL	7430,69	ABSCISA INICIAL	7430,69	ABSCISA FINAL	7485,8
D1 (m)	16,19		D2 (m)		55,11		
T1 (S)	1,80		T2 (S)		6,2		
Aceleración	0,025701564			Aceleración			0,148568059
Velocidad i(Km/H)	32,61	Vf (Km/h)	33,20	Vi (Km/h)	33,20	Vf (Km/h)	43,2

CONDUCTOR	# 9	ADELANTAMIENTO		# 22			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	9331,03	ABSCISA FINAL	9355,41	ABSCISA INICIAL	9355,41	ABSCISA FINAL	9435,74
D1 (m)	24,38		D2 (m)		80,33		
T1 (S)	3,10		T2 (S)		5,5		
Aceleración	0,322746043			Aceleración			0,299124172
Velocidad i(Km/H)	24,9	Vf (Km/h)	36,80	Vi (Km/h)	36,80	Vf (Km/h)	59,97

CONDUCTOR	# 10	ADELANTAMIENTO		# 23			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6565,99	ABSCISA FINAL	6577,33	ABSCISA INICIAL	6577,33	ABSCISA FINAL	6626,09

D1 (m)	11,34	D2 (m)	48,76				
T1 (S)	1,70	T2 (S)	4,9				
Aceleración	0,119758949	Aceleración	0,237136493				
Velocidad i(Km/H)	25,55	Vf (Km/h)	27,92	Vi (Km/h)	27,92	Vf (Km/h)	43,11

CONDUCTOR	# 11	ADELANTAMIENTO		# 24			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2067,67	ABSCISA FINAL	2092,86	ABSCISA INICIAL	2092,86	ABSCISA FINAL	2185,14
D1 (m)	25,19		D2 (m)	92,28			
T1 (S)	2,30		T2 (S)	5,5			
Aceleración	0,274536635		Aceleración	0,346005336			
Velocidad i(Km/H)	37,35	Vf (Km/h)	45,17	Vi (Km/h)	45,17	Vf (Km/h)	70,85

CONDUCTOR	# 12	ADELANTAMIENTO		# 25			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	1424	ABSCISA FINAL	1470,16	ABSCISA INICIAL	1470,16	ABSCISA FINAL	1543,16
D1 (m)	46,16		D2 (m)	73			
T1 (S)	5,00		T2 (S)	4,7			
Aceleración	0,212187527		Aceleración	0,228881279			
Velocidad i(Km/H)	27,07	Vf (Km/h)	40,58	Vi (Km/h)	40,58	Vf (Km/h)	56,62

CONDUCTOR	# 12	ADELANTAMIENTO		# 26			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2599,09	ABSCISA FINAL	2643,14	ABSCISA INICIAL	2643,14	ABSCISA FINAL	2781,4
D1 (m)	44,05		D2 (m)	138,26			
T1 (S)	6,40		T2 (S)	10,9			
Aceleración	0,115579004		Aceleración	0,147297054			
Velocidad i(Km/H)	23,62	Vf (Km/h)	32,14	Vi (Km/h)	32,14	Vf (Km/h)	54,16

CONDUCTOR	# 12	ADELANTAMIENTO		# 28			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	4859,06	ABSCISA FINAL	4959,14	ABSCISA INICIAL	4959,14	ABSCISA FINAL	5065,67
D1 (m)	100,08		D2 (m)	106,53			
T1 (S)	6,50		T2 (S)	5,3			
Aceleración	0,175750518		Aceleración	0,192312614			
Velocidad i(Km/H)	49,17	Vf (Km/h)	63,71	Vi (Km/h)	63,71	Vf (Km/h)	77,27

CONDUCTOR	# 13	ADELANTAMIENTO		# 29			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	1466,2	ABSCISA FINAL	1502,46	ABSCISA INICIAL	1502,46	ABSCISA FINAL	1552,36
D1 (m)	36,26		D2 (m)		49,9		
T1 (S)	6,00		T2 (S)		4,6		
Aceleración	0,02625677			Aceleración			0,460430893
Velocidad i(Km/H)	20,98	Vf (Km/h)	23,00	Vi (Km/h)	23,00	Vf (Km/h)	51,7

CONDUCTOR	# 14	ADELANTAMIENTO		# 31			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	8993,02	ABSCISA FINAL	9024,81	ABSCISA INICIAL	9024,81	ABSCISA FINAL	9095,56
D1 (m)	31,79		D2 (m)		70,75		
T1 (S)	3,36		T2 (S)		6,04		
Aceleración	0,167689264			Aceleración			0,307621167
Velocidad i(Km/H)	27,31	Vf (Km/h)	35,26	Vi (Km/h)	35,26	Vf (Km/h)	57,22

CONDUCTOR	# 14	ADELANTAMIENTO		# 32			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	4106,51	ABSCISA FINAL	4176,98	ABSCISA INICIAL	4176,98	ABSCISA FINAL	4300,19
D1 (m)	70,47		D2 (m)		123,21		
T1 (S)	4,80		T2 (S)		6,7		
Aceleración	0,090136822			Aceleración			0,135604407
Velocidad i(Km/H)	48,76	Vf (Km/h)	54,50	Vi (Km/h)	54,50	Vf (Km/h)	67,3

CONDUCTOR	# 15	ADELANTAMIENTO		# 34			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	8472,36	ABSCISA FINAL	8497,65	ABSCISA INICIAL	8497,65	ABSCISA FINAL	8559,79
D1 (m)	25,29		D2 (m)		62,14		
T1 (S)	3,10		T2 (S)		4,9		
Aceleración	0,208658776			Aceleración			0,340554185
Velocidad i(Km/H)	26,95	Vf (Km/h)	34,91	Vi (Km/h)	34,91	Vf (Km/h)	56,51

CONDUCTOR	# 15	ADELANTAMIENTO		# 35			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	3998,3	ABSCISA FINAL	4056,64	ABSCISA INICIAL	4056,64	ABSCISA FINAL	4159,61
D1 (m)	58,34		D2 (m)		102,97		
T1 (S)	3,90		T2 (S)		5,6		

Aceleración		0,119102258		Aceleración		0,170291837	
Velocidad i(Km/H)	51,51	Vf (Km/h)	57,46	Vi (Km/h)	57,46	Vf (Km/h)	70,27

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 37			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	3042,64	ABSCISA FINAL	3065,54	ABSCISA INICIAL	3065,54	ABSCISA FINAL	3158,83
D1 (m)	22,9		D2 (m)		93,29		
T1 (S)	1,90		T2 (S)		6,4		
Aceleración	0,300525382			Aceleración			0,142148263
Velocidad i(Km/H)	40,4	Vf (Km/h)	47,69	Vi (Km/h)	47,69	Vf (Km/h)	59,26

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 38			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6940,69	ABSCISA FINAL	6963,31	ABSCISA INICIAL	6963,31	ABSCISA FINAL	7039,49
D1 (m)	22,62		D2 (m)		76,18		
T1 (S)	3,60		T2 (S)		8,50		
Aceleración	0,048831927			Aceleración			0,022921265
Velocidad i(Km/H)	22,55	Vf (Km/h)	24,73	Vi (Km/h)	24,73	Vf (Km/h)	27,83

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 40			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2623,92	ABSCISA FINAL	2640,87	ABSCISA INICIAL	2640,87	ABSCISA FINAL	2757,52
D1 (m)	16,95		D2 (m)		116,65		
T1 (S)	3,10		T2 (S)		9,30		
Aceleración	0,217821722			Aceleración			0,072556983
Velocidad i(Km/H)	17,03	Vf (Km/h)	25,19	Vi (Km/h)	25,19	Vf (Km/h)	37,74

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 41			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2844,85	ABSCISA FINAL	2876,96	ABSCISA INICIAL	2876,96	ABSCISA FINAL	2972,08
D1 (m)	32,11		D2 (m)		95,12		
T1 (S)	9,10		T2 (S)		9,70		
Aceleración	0,047851842			Aceleración			0,213617252
Velocidad i(Km/H)	9,46	Vf (Km/h)	15,26	Vi (Km/h)	15,26	Vf (Km/h)	46,14

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 42			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	2963,03	ABSCISA FINAL	2993,76	ABSCISA INICIAL	2993,76	ABSCISA FINAL	3051,22

D1 (m)	30,73		D2 (m)	57,46			
T1 (S)	2,40		T2 (S)	3,80			
Aceleración	0,012076223		Aceleración	0,277126735			
Velocidad i(Km/H)	46,61	Vf (Km/h)	46,98	Vi (Km/h)	46,98	Vf (Km/h)	60,77

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO		# 43			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	4922,15	ABSCISA FINAL	4942,9	ABSCISA INICIAL	4942,9	ABSCISA FINAL	5027,78
D1 (m)	20,75		D2 (m)	84,88			
T1 (S)	1,90		T2 (S)	5,50			
Aceleración	0,147318957		Aceleración	0,367134025			
Velocidad i(Km/H)	38,4	Vf (Km/h)	41,95	Vi (Km/h)	41,95	Vf (Km/h)	68,32

CONDUCTOR	# 17	ADELANTAMIENTO		# 44			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	7666,87	ABSCISA FINAL	7717,03	ABSCISA INICIAL	7717,03	ABSCISA FINAL	7812,46
D1 (m)	50,16		D2 (m)	95,43			
T1 (S)	8,20		T2 (S)	9,20			
Aceleración	0,192614771		Aceleración	0,061864682			
Velocidad i(Km/H)	17,77	Vf (Km/h)	34,89	Vi (Km/h)	34,89	Vf (Km/h)	42,05

CONDUCTOR	# 18	ADELANTAMIENTO		# 46			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	2424,13	ABSCISA FINAL	2436,24	ABSCISA INICIAL	2436,24	ABSCISA FINAL	2481,12
D1 (m)	12,11		D2 (m)	44,88			
T1 (S)	1,90		T2 (S)	4,20			
Aceleración	0,163893041		Aceleración	0,372719432			
Velocidad i(Km/H)	21,34	Vf (Km/h)	25,31	Vi (Km/h)	25,31	Vf (Km/h)	46,92

CONDUCTOR	# 19	ADELANTAMIENTO		# 48			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2170,31	ABSCISA FINAL	2197,67	ABSCISA INICIAL	2197,67	ABSCISA FINAL	2273,55
D1 (m)	27,36		D2 (m)	75,88			
T1 (S)	2,80		T2 (S)	7,30			
Aceleración	0,54949261		Aceleración	-0,201770293			
Velocidad i(Km/H)	24,58	Vf (Km/h)	44,80	Vi (Km/h)	44,80	Vf (Km/h)	24,05

CONDUCTOR	# 19	ADELANTAMIENTO		# 49			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2530,84	ABSCISA FINAL	2560,53	ABSCISA INICIAL	2560,53	ABSCISA FINAL	2726,26
D1 (m)	29,69		D2 (m)		165,73		
T1 (S)	4,30		T2 (S)		11,10		
Aceleración	0,41709696			Aceleración		0,077988934	
Velocidad i(Km/H)	18,56	Vf (Km/h)	38,73	Vi (Km/h)	38,73	Vf (Km/h)	52,02

CONDUCTOR	# 19	ADELANTAMIENTO		# 50			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2979,13	ABSCISA FINAL	3012,65	ABSCISA INICIAL	3012,65	ABSCISA FINAL	3133,00
D1 (m)	33,52		D2 (m)		120,35		
T1 (S)	2,20		T2 (S)		6,40		
Aceleración	0,137498623			Aceleración		0,038488111	
Velocidad i(Km/H)	54,23	Vf (Km/h)	58,06	Vi (Km/h)	58,06	Vf (Km/h)	61,67

CONDUCTOR	# 20	ADELANTAMIENTO		# 52			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5248,61	ABSCISA FINAL	5279,34	ABSCISA INICIAL	5279,34	ABSCISA FINAL	5392,03
D1 (m)	30,73		D2 (m)		112,69		
T1 (S)	2,00		T2 (S)		6,10		
Aceleración	0,300083408			Aceleración		-0,004615329	
Velocidad i(Km/H)	51,64	Vf (Km/h)	59,39	Vi (Km/h)	59,39	Vf (Km/h)	58,98

CONDUCTOR	# 21	ADELANTAMIENTO		# 54			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2239,18	ABSCISA FINAL	2272,05	ABSCISA INICIAL	2272,05	ABSCISA FINAL	2338,46
D1 (m)	32,87		D2 (m)		66,41		
T1 (S)	4,20		T2 (S)		5,90		
Aceleración	0,305131079			Aceleración		-0,080117012	
Velocidad i(Km/H)	24,35	Vf (Km/h)	39,10	Vi (Km/h)	39,10	Vf (Km/h)	32,13

CONDUCTOR	# 21	ADELANTAMIENTO		# 55			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5913,23	ABSCISA FINAL	5987,55	ABSCISA INICIAL	5987,55	ABSCISA FINAL	6140,56
D1 (m)	74,32		D2 (m)		153,01		
T1 (S)	6,00		T2 (S)		8,10		

Aceleración		0,19539909		Aceleración		0,080528291	
Velocidad i(Km/H)	38,56	Vf (Km/h)	53,31	Vi (Km/h)	53,31	Vf (Km/h)	63,18

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO		# 57			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	6941,42	ABSCISA FINAL	6968,13	ABSCISA INICIAL	6968,13	ABSCISA FINAL	7033,11
D1 (m)	26,71			D2 (m)	64,98		
T1 (S)	4,50			T2 (S)	6,40		
Aceleración	0,117121559			Aceleración	0,138885343		
Velocidad i(Km/H)	19,81	Vf (Km/h)	26,16	Vi (Km/h)	26,16	Vf (Km/h)	39,07

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO		# 58			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	106,67	ABSCISA FINAL	128,4	ABSCISA INICIAL	128,4	ABSCISA FINAL	181,93
D1 (m)	21,73			D2 (m)	53,53		
T1 (S)	4,10			T2 (S)	5,60		
Aceleración	0,04981753			Aceleración	0,363465854		
Velocidad i(Km/H)	19,39	Vf (Km/h)	21,84	Vi (Km/h)	21,84	Vf (Km/h)	47,88

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO		# 60			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	2985,8	ABSCISA FINAL	3051,68	ABSCISA INICIAL	3051,68	ABSCISA FINAL	3121,43
D1 (m)	65,88			D2 (m)	69,75		
T1 (S)	4,50			T2 (S)	4,00		
Aceleración	-0,361332314			Aceleración	0,335908039		
Velocidad i(Km/H)	67,42	Vf (Km/h)	48,21	Vi (Km/h)	48,21	Vf (Km/h)	67,16

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO		# 63			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	3205,8	ABSCISA FINAL	3270,1	ABSCISA INICIAL	3270,1	ABSCISA FINAL	3314,2
D1 (m)	64,3			D2 (m)	44,1		
T1 (S)	5,90			T2 (S)	5,30		
Aceleración	0,068242037			Aceleración	0,811009086		
Velocidad i(Km/H)	38,1	Vf (Km/h)	43,14	Vi (Km/h)	43,14	Vf (Km/h)	72,1

CONDUCTOR	# 23	ADELANTAMIENTO		# 64			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	71,31	ABSCISA FINAL	112,25	ABSCISA INICIAL	112,25	ABSCISA FINAL	191,33

D1 (m)	40,94	D2 (m)	79,08
T1 (S)	6,90	T2 (S)	7,70
Aceleración	0,064867791	Aceleración	0,147680474
Velocidad i(Km/H)	19,55	Vf (Km/h)	25,10
		Vi (Km/h)	25,10
		Vf (Km/h)	41,47

CONDUCTOR	# 23	ADELANTAMIENTO		# 65			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2815,86	ABSCISA FINAL	2832,09	ABSCISA INICIAL	2832,09	ABSCISA FINAL	2928,86
D1 (m)	16,23			D2 (m)	96,77		
T1 (S)	2,20			T2 (S)	8,10		
Aceleración	0,18821915			Aceleración	0,15084007		
Velocidad i(Km/H)	24,02	Vf (Km/h)	29,36	Vi (Km/h)	29,36	Vf (Km/h)	47,16

CONDUCTOR	# 23	ADELANTAMIENTO		# 66			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	4939,3	ABSCISA FINAL	4961,11	ABSCISA INICIAL	4961,11	ABSCISA FINAL	5031,93
D1 (m)	21,81			D2 (m)	70,82		
T1 (S)	1,20			T2 (S)	3,90		
Aceleración	-0,098417219			Aceleración	-0,046493138		
Velocidad i(Km/H)	66,22	Vf (Km/h)	64,69	Vi (Km/h)	64,69	Vf (Km/h)	62,27

CONDUCTOR	# 24	ADELANTAMIENTO		# 67			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	2142,13	ABSCISA FINAL	2162,54	ABSCISA INICIAL	2162,54	ABSCISA FINAL	2247,22
D1 (m)	20,41			D2 (m)	84,68		
T1 (S)	3,10			T2 (S)	6,90		
Aceleración	0,087743441			Aceleración	0,284877083		
Velocidad i(Km/H)	23,03	Vf (Km/h)	26,41	Vi (Km/h)	26,41	Vf (Km/h)	54,3

CONDUCTOR	# 24	ADELANTAMIENTO		# 68			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	1863,81	ABSCISA FINAL	1912,99	ABSCISA INICIAL	1912,99	ABSCISA FINAL	1997,79
D1 (m)	49,18			D2 (m)	84,8		
T1 (S)	5,20			T2 (S)	5,80		
Aceleración	0,324214298			Aceleración	0,076299781		
Velocidad i(Km/H)	23,83	Vf (Km/h)	45,34	Vi (Km/h)	45,34	Vf (Km/h)	51,57

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 70			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	983,15	ABSCISA FINAL	1004,86	ABSCISA INICIAL	1004,86	ABSCISA FINAL	1036,03
D1 (m)	21,71		D2 (m)		31,17		
T1 (S)	2,10		T2 (S)		2,30		
Aceleración	-0,034063718			Aceleración		0,616580332	
Velocidad i(Km/H)	40,55	Vf (Km/h)	39,69	Vi (Km/h)	39,69	Vf (Km/h)	58,04

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 71			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	6728,62	ABSCISA FINAL	6761,9	ABSCISA INICIAL	6761,9	ABSCISA FINAL	6838,07
D1 (m)	33,28		D2 (m)		76,17		
T1 (S)	3,00		T2 (S)		3,40		
Aceleración	0,185150407			Aceleración		0,404495427	
Velocidad i(Km/H)	38,61	Vf (Km/h)	45,45	Vi (Km/h)	45,45	Vf (Km/h)	70,29

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 72			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	521,7	ABSCISA FINAL	537,04	ABSCISA INICIAL	537,04	ABSCISA FINAL	604,89
D1 (m)	15,34		D2 (m)		67,85		
T1 (S)	1,30		T2 (S)		5,40		
Aceleración	0,199741432			Aceleración		0,384244238	
Velocidad i(Km/H)	28,85	Vf (Km/h)	33,44	Vi (Km/h)	33,44	Vf (Km/h)	59,59

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 74			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	3709,79	ABSCISA FINAL	3766,56	ABSCISA INICIAL	3766,56	ABSCISA FINAL	3895,52
D1 (m)	56,77		D2 (m)		128,96		
T1 (S)	4,50		T2 (S)		6,90		
Aceleración	0,068848087			Aceleración		0,071331732	
Velocidad i(Km/H)	45,44	Vf (Km/h)	49,29	Vi (Km/h)	49,29	Vf (Km/h)	57,34

CONDUCTOR	# 25	ADELANTAMIENTO		# 75			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento

ABSCISA INICIAL	5562,89	ABSCISA FINAL	5610,25	ABSCISA INICIAL	5610,25	ABSCISA FINAL	5741,33
D1 (m)	47,36		D2 (m)		131,08		
T1 (S)	4,30		T2 (S)		6,70		
Aceleración	0,279952872		Aceleración		0,360554796		
Velocidad i(Km/H)	34,43	Vf (Km/h)	49,22	Vi (Km/h)	49,22	Vf (Km/h)	82,66

CONDUCTOR	# 26	ADELANTAMIENTO		# 76			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Lanzado
ABSCISA INICIAL	133,13	ABSCISA FINAL	195,88	ABSCISA INICIAL	195,88	ABSCISA FINAL	353,03
D1 (m)	62,75		D2 (m)		157,15		
T1 (S)	3,50		T2 (S)		7,00		
Aceleración	0,207750343		Aceleración		0,319679442		
Velocidad i(Km/H)	60,6	Vf (Km/h)	69,92	Vi (Km/h)	69,92	Vf (Km/h)	97,86

CONDUCTOR	# 26	ADELANTAMIENTO		# 77			
SENTIDO	Piedecuesta-Curos			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	5147,55	ABSCISA FINAL	5190,86	ABSCISA INICIAL	5190,86	ABSCISA FINAL	5285,19
D1 (m)	43,31		D2 (m)		94,33		
T1 (S)	2,60		T2 (S)		4,60		
Aceleración	0,223550157		Aceleración		0,387582233		
Velocidad i(Km/H)	56,14	Vf (Km/h)	63,68	Vi (Km/h)	63,68	Vf (Km/h)	86,41

CONDUCTOR	# 26	ADELANTAMIENTO		# 79			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	1324,94	ABSCISA FINAL	1349,27	ABSCISA INICIAL	1349,27	ABSCISA FINAL	1432,72
D1 (m)	24,33		D2 (m)		83,45		
T1 (S)	3,00		T2 (S)		6,70		
Aceleración	0,09718339		Aceleración		0,506124104		
Velocidad i(Km/H)	29,58	Vf (Km/h)	33,10	Vi (Km/h)	33,10	Vf (Km/h)	70,97

CONDUCTOR	# 26	ADELANTAMIENTO		# 80			
SENTIDO	Curos-Piedecuesta			TIPO DE ADELANTAMIENTO			Seguimiento
ABSCISA INICIAL	4867,92	ABSCISA FINAL	4907,61	ABSCISA INICIAL	4907,61	ABSCISA FINAL	5041,29
D1 (m)	39,69		D2 (m)		133,68		
T1 (S)	2,60		T2 (S)		6,40		
Aceleración	0,075307382		Aceleración		0,314412081		
Velocidad i(Km/H)	54,76	Vf (Km/h)	57,25	Vi (Km/h)	57,25	Vf (Km/h)	84,85

ANEXO B. Datos obtenidos de adelantamientos con distancias D1, D2, D3 y D4 de la vía Piedecuesta-Curos

CONDUCTOR	# 2	ADELANTAMIENTO		# 4	TIPO DE ADELANTAMIENTO		Seguimiento								
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	6489,17	ABSCISA FINAL	6513,05	ABSCISA INICIAL	6513,05	ABSCISA FINAL	6560,88	ABSCISA INICIAL	6560,88	ABSCISA FINAL	6583,43	ABSCISA INICIAL	6583,43	ABSCISA FINAL	6630,34
D1 (m)	23,88		D2 (m)	47,83		D3 (m)	22,55		D4 (m)	46,91					
T1 (S)	2,10		T2 (S)	3,60		Velocidad inicial (Km/H)	53,86	Velocidad final (Km/h)	54,78	Velocidad inicial (Km/H)	54,78	Velocidad final (Km/h)	58,07		
Aceleración	0,27097651		Aceleración	0,202282489											
Velocidad i(Km/H)	37,34	Vf (Km/h)	44,70	Vi (Km/h)	44,70	Vf (Km/h)	53,86								

CONDUCTOR	# 3	ADELANTAMIENTO		# 6	TIPO DE ADELANTAMIENTO		Seguimiento								
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	6425,9	ABSCISA FINAL	6445,31	ABSCISA INICIAL	6445,31	ABSCISA FINAL	6507,38	ABSCISA INICIAL	6507,38	ABSCISA FINAL	6514,82	ABSCISA INICIAL	6514,82	ABSCISA FINAL	6600,26
D1 (m)	19,41		D2 (m)	62,07		D3 (m)	7,44		D4 (m)	85,44					
T1 (S)	1,90		T2 (S)	6,00		Velocidad inicial (Km/H)	34,32	Velocidad final (Km/h)	35,20	Velocidad inicial (Km/H)	35,20	Velocidad final (Km/h)	54,94		
Aceleración	0,050654104		Aceleración	-0,048713354											
Velocidad i(Km/H)	36,99	Vf (Km/h)	38,21	Vi (Km/h)	38,21	Vf (Km/h)	34,32								

CONDUCTOR	# 3	ADELANTAMIENTO		# 7	TIPO DE ADELANTAMIENTO		Lanzado								
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	6510,11	ABSCISA FINAL	6525,5	ABSCISA INICIAL	6525,5	ABSCISA FINAL	6635,69	ABSCISA INICIAL	6635,69	ABSCISA FINAL	6669,94	ABSCISA INICIAL	6669,94	ABSCISA FINAL	6706,31
D1 (m)	15,39		D2 (m)	110,19		D3 (m)	34,25		D4 (m)	36,37					
T1 (S)	1,50		T2 (S)	7,60		Velocidad inicial (Km/H)	56,13	Velocidad final (Km/h)	49,19	Velocidad inicial (Km/H)	49,19	Velocidad final (Km/h)	52,31		
Aceleración	0,51943591		Aceleración	0,136565461											
Velocidad i(Km/H)	31,63	Vf (Km/h)	41,79	Vi (Km/h)	41,79	Vf (Km/h)	56,13								

CONDUCTOR	# 3	ADELANTAMIENTO	# 9	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Curos-Piedecuesta														
ABSCISA INICIAL	871,43	ABSCISA FINAL	896,02	ABSCISA INICIAL	896,02	ABSCISA FINAL	961,85	ABSCISA INICIAL	961,85	ABSCISA FINAL	1005,58	ABSCISA INICIAL	1005,58	ABSCISA FINAL	1083,82
D1 (m)	24,59		D2 (m)	65,83		D3 (m)	43,73		D4 (m)	78,24					
T1 (S)	2,10		T2 (S)	4,20		Velocidad inicial (Km/H)	64,84	Velocidad final (Km/h)	60,62	Velocidad inicial (Km/H)	60,62	Velocidad final (Km/h)	62,34		
Aceleración	0,044002854		Aceleración	0,367819517											
Velocidad i(Km/H)	42,94	Vf (Km/h)	44,10	Vi (Km/h)	44,10	Vf (Km/h)	64,84								

CONDUCTOR	# 4	ADELANTAMIENTO	# 11	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Lanzado										
SENTIDO	Curos-Piedecuesta														
ABSCISA INICIAL	1986,65	ABSCISA FINAL	2019,3	ABSCISA INICIAL	2019,3	ABSCISA FINAL	2126,8	ABSCISA INICIAL	2126,8	ABSCISA FINAL	2156,33	ABSCISA INICIAL	2156,33	ABSCISA FINAL	6630,34
D1 (m)	32,65		D2 (m)	107,5		D3 (m)	29,53		D4 (m)	4474,01					
T1 (S)	2,50		T2 (S)	7,70		Velocidad inicial (Km/H)	52,01	Velocidad final (Km/h)	34,72	Velocidad inicial (Km/H)	34,72	Velocidad final (Km/h)	32,24		
Aceleración	0,135380758		Aceleración	0,029625562											
Velocidad i(Km/H)	44,67	Vf (Km/h)	49,07	Vi (Km/h)	49,07	Vf (Km/h)	52,01								

CONDUCTOR	# 4	ADELANTAMIENTO	# 12	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Curos-Piedecuesta														
ABSCISA INICIAL	2321,52	ABSCISA FINAL	2345,99	ABSCISA INICIAL	2345,99	ABSCISA FINAL	2415,05	ABSCISA INICIAL	2415,05	ABSCISA FINAL	2434,29	ABSCISA INICIAL	2434,29	ABSCISA FINAL	2489,99
D1 (m)	24,47		D2 (m)	69,06		D3 (m)	19,24		D4 (m)	55,7					
T1 (S)	2,70		T2 (S)	5,10		Velocidad inicial (Km/H)	54,91	Velocidad final (Km/h)	55,20	Velocidad inicial (Km/H)	55,20	Velocidad final (Km/h)	54,21		
Aceleración	0,286245312		Aceleración	0,241913694											
Velocidad i(Km/H)	28,33	Vf (Km/h)	38,16	Vi (Km/h)	38,16	Vf (Km/h)	54,91								

CONDUCTOR	# 4	ADELANTAMIENTO	# 13	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Curos-Piedecuesta														
ABSCISA INICIAL	3789,77	ABSCISA FINAL	3821,31	ABSCISA INICIAL	3821,31	ABSCISA FINAL	3893,19	ABSCISA INICIAL	3893,19	ABSCISA FINAL	3924,32	ABSCISA INICIAL	3924,32	ABSCISA FINAL	4008,81
D1 (m)	31,54		D2 (m)	71,88		D3 (m)	31,13		D4 (m)	84,49					
T1 (S)	3,10		T2 (S)	4,50		Velocidad inicial (Km/H)	64,45	Velocidad final (Km/h)	60,83	Velocidad inicial (Km/H)	60,83	Velocidad final (Km/h)	57,30		
Aceleración	0,223995567		Aceleración	0,335230452											
Velocidad i(Km/H)	35,3	Vf (Km/h)	43,65	Vi (Km/h)	43,65	Vf (Km/h)	64,45								

CONDUCTOR	# 7	ADELANTAMIENTO	# 17	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	6406,15	ABSCISA FINAL	6428,5	ABSCISA INICIAL	6428,5	ABSCISA FINAL	6586,22	ABSCISA INICIAL	6586,22	ABSCISA FINAL	6622,28	ABSCISA INICIAL	6622,28	ABSCISA FINAL	6675,05
D1 (m)	22,35		D2 (m)	157,72		D3 (m)	36,06		D4 (m)	52,77					
T1 (S)	1,70		T2 (S)	9,10		Velocidad inicial (Km/H)	70,83	Velocidad final (Km/h)	64,71	Velocidad inicial (Km/H)	64,71	Velocidad final (Km/h)	60,77		
Aceleración	0,083040313		Aceleración	0,175941179											
Velocidad i(Km/H)	47,48	Vf (Km/h)	49,27	Vi (Km/h)	49,27	Vf (Km/h)	70,83								

CONDUCTOR	# 14	ADELANTAMIENTO	# 30	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	7436,61	ABSCISA FINAL	7471,79	ABSCISA INICIAL	7471,79	ABSCISA FINAL	7543,74	ABSCISA INICIAL	7543,74	ABSCISA FINAL	7566,35	ABSCISA INICIAL	7566,35	ABSCISA FINAL	7618,05
D1 (m)	35,18		D2 (m)	71,95		D3 (m)	22,61		D4 (m)	51,7					
T1 (S)	6,06		T2 (S)	7,90		Velocidad inicial (Km/H)	43,25	Velocidad final (Km/h)	47,02	Velocidad inicial (Km/H)	47,02	Velocidad final (Km/h)	48,36		
Aceleración	0,016133743		Aceleración	0,207764118											
Velocidad i(Km/H)	20,56	Vf (Km/h)	21,81	Vi (Km/h)	21,81	Vf (Km/h)	43,25								

CONDUCTOR	# 15	ADELANTAMIENTO	# 33	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	7045,55	ABSCISA FINAL	7055,96	ABSCISA INICIAL	7055,96	ABSCISA FINAL	7118,31	ABSCISA INICIAL	7118,31	ABSCISA FINAL	7143,17	ABSCISA INICIAL	7143,17	ABSCISA FINAL	7192,16
D1 (m)	10,41			D2 (m)	62,35			D3 (m)	24,86			D4 (m)	48,99		
T1 (S)	1,80			T2 (S)	6,80			Velocidad inicial (Km/H)	42,9	Velocidad final (Km/h)	47,12	Velocidad inicial (Km/H)	47,12	Velocidad final (Km/h)	48,70
Aceleración	0,043027538			Aceleración	0,220031007										
Velocidad i(Km/H)	22,77	Vf (Km/h)	23,67	Vi (Km/h)	23,67	Vf (Km/h)	42,9								

CONDUCTOR	# 16	ADELANTAMIENTO	# 39	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Piedecuesta-Curos														
ABSCISA INICIAL	7314,13	ABSCISA FINAL	7326,96	ABSCISA INICIAL	7326,96	ABSCISA FINAL	7422,62	ABSCISA INICIAL	7422,62	ABSCISA FINAL	7551,42	ABSCISA INICIAL	7551,42	ABSCISA FINAL	7616,24
D1 (m)	12,83			D2 (m)	95,66			D3 (m)	128,8			D4 (m)	64,82		
T1 (S)	4,90			T2 (S)	9,42			Velocidad inicial (Km/H)	47,97	Velocidad final (Km/h)	55,23	Velocidad inicial (Km/H)	55,23	Velocidad final (Km/h)	55,06
Aceleración	0,170734382			Aceleración	0,178882914										
Velocidad i(Km/H)	22,36	Vf (Km/h)	26,54	Vi (Km/h)	26,54	Vf (Km/h)	47,97								

CONDUCTOR	# 19	ADELANTAMIENTO	# 47	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento										
SENTIDO	Piedecuesta- Curos														
ABSCISA INICIAL	2038,73	ABSCISA FINAL	2057,2	ABSCISA INICIAL	2057,2	ABSCISA FINAL	2113,47	ABSCISA INICIAL	2113,47	ABSCISA FINAL	2156,84	ABSCISA INICIAL	2156,84	ABSCISA FINAL	2234,8
D1 (m)	18,47			D2 (m)	56,27			D3 (m)	43,37			D4 (m)	77,96		
T1 (S)	2,10			T2 (S)	4,10			Velocidad inicial (Km/H)	55,06	Velocidad final (Km/h)	55,78	Velocidad inicial (Km/H)	55,78	Velocidad final (Km/h)	54,14
Aceleración	0,436663329			Aceleración	0,299896171										
Velocidad i(Km/H)	26,54	Vf (Km/h)	38,17	Vi (Km/h)	38,17	Vf (Km/h)	55,06								

CONDUCTOR	# 21	ADELANTAMIENTO	# 53	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Piedecuesta- Curos																				
ABSCISA INICIAL	1570,32	ABSCISA FINAL	1611	ABSCISA INICIAL	1611	ABSCISA FINAL	1682,69	ABSCISA INICIAL	1682,69	ABSCISA FINAL	1725,9	ABSCISA INICIAL	1725,9	ABSCISA FINAL	1771,12						
D1 (m)	40,68		D2 (m)	71,69		D3 (m)	43,21		D4 (m)	45,22											
T1 (S)	3,60		T2 (S)	5,10		Velocidad inicial (Km/H)		61,89		Velocidad final (Km/h)		64,64		Velocidad inicial (Km/H)		64,64		Velocidad final (Km/h)		61,06	
Aceleración	0,045532558		Aceleración	0,31798301																	
Velocidad i(Km/H)	39,12	Vf (Km/h)	41,27	Vi (Km/h)	41,27	Vf (Km/h)	61,89														

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO	# 56	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Piedecuesta- Curos																				
ABSCISA INICIAL	6475,83	ABSCISA FINAL	6497,95	ABSCISA INICIAL	6497,95	ABSCISA FINAL	6566,27	ABSCISA INICIAL	6566,27	ABSCISA FINAL	6571,47	ABSCISA INICIAL	6571,47	ABSCISA FINAL	6602,81						
D1 (m)	22,12		D2 (m)	68,32		D3 (m)	5,2		D4 (m)	31,34											
T1 (S)	2,90		T2 (S)	6,70		Velocidad inicial (Km/H)		47,46		Velocidad final (Km/h)		46,43		Velocidad inicial (Km/H)		46,43		Velocidad final (Km/h)		46,36	
Aceleración	0,243966817		Aceleración	0,180943589																	
Velocidad i(Km/H)	24,4	Vf (Km/h)	33,15	Vi (Km/h)	33,15	Vf (Km/h)	47,46														

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO	# 59	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Curos-Piedecuesta																				
ABSCISA INICIAL	1977,83	ABSCISA FINAL	1991,77	ABSCISA INICIAL	1991,77	ABSCISA FINAL	2055,05	ABSCISA INICIAL	2055,05	ABSCISA FINAL	2121,76	ABSCISA INICIAL	2121,76	ABSCISA FINAL	2197,45						
D1 (m)	13,94		D2 (m)	63,28		D3 (m)	66,71		D4 (m)	75,69											
T1 (S)	3,00		T2 (S)	6,20		Velocidad inicial (Km/H)		66,48		Velocidad final (Km/h)		85,03		Velocidad inicial (Km/H)		85,03		Velocidad final (Km/h)		85,39	
Aceleración	-0,037505421		Aceleración	0,714567774																	
Velocidad i(Km/H)	15,78	Vf (Km/h)	14,15	Vi (Km/h)	14,15	Vf (Km/h)	66,48														

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO	# 61	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Curos-Piedecuesta																				
ABSCISA INICIAL	3752,98	ABSCISA FINAL	3787,91	ABSCISA INICIAL	3787,91	ABSCISA FINAL	3919,38	ABSCISA INICIAL	3919,38	ABSCISA FINAL	3966,78	ABSCISA INICIAL	3966,78	ABSCISA FINAL	4018,13						
D1 (m)	34,93		D2 (m)	131,47		D3 (m)	47,4		D4 (m)	51,35											
T1 (S)	3,60		T2 (S)	9,60		Velocidad inicial (Km/H)		74		Velocidad final (Km/h)		66,64		Velocidad inicial (Km/H)		66,64		Velocidad final (Km/h)		53,45	
Aceleración	0,018772971		Aceleración	0,33039544																	
Velocidad i(Km/H)	36,9	Vf (Km/h)	37,72	Vi (Km/h)	37,72	Vf (Km/h)	74														

CONDUCTOR	# 22	ADELANTAMIENTO	# 62	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Curos-Piedecuesta																				
ABSCISA INICIAL	3765,87	ABSCISA FINAL	3793,31	ABSCISA INICIAL	3793,31	ABSCISA FINAL	3927,6	ABSCISA INICIAL	3927,6	ABSCISA FINAL	3968,63	ABSCISA INICIAL	3968,63	ABSCISA FINAL	4027,34						
D1 (m)	27,44		D2 (m)	134,29		D3 (m)	41,03		D4 (m)	58,71											
T1 (S)	2,80		T2 (S)	9,50		Velocidad inicial (Km/H)		73,94		Velocidad final (Km/h)		66,40		Velocidad inicial (Km/H)		66,40		Velocidad final (Km/h)		56,50	
Aceleración	0,169466695		Aceleración	0,310008457																	
Velocidad i(Km/H)	33,89	Vf (Km/h)	39,78	Vi (Km/h)	39,78	Vf (Km/h)	73,94														

CONDUCTOR	# 26	ADELANTAMIENTO	# 78	TIPO DE ADELANTAMIENTO	Seguimiento																
SENTIDO	Curos-Piedecuesta																				
ABSCISA INICIAL	6888,51	ABSCISA FINAL	6900,64	ABSCISA INICIAL	6900,64	ABSCISA FINAL	6962,99	ABSCISA INICIAL	6962,99	ABSCISA FINAL	7039,72	ABSCISA INICIAL	7039,72	ABSCISA FINAL	7102,5						
D1 (m)	12,13		D2 (m)	62,35		D3 (m)	76,73		D4 (m)	62,78											
T1 (S)	1,80		T2 (S)	4,80		Velocidad inicial (Km/H)		64,22		Velocidad final (Km/h)		73,50		Velocidad inicial (Km/H)		73,50		Velocidad final (Km/h)		58,10	
Aceleración	0,136358131		Aceleración	0,590704385																	
Velocidad i(Km/H)	23,09	Vf (Km/h)	26,22	Vi (Km/h)	26,22	Vf (Km/h)	64,22														

ANEXO C. Tablas con velocidades agrupadas y comparados con ecuación 4 (D1)

D1 (20-35) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
1	28,02	3,60	0,188	24,41	13,35	83%
2	22,12	3,30	0,132	17,25	7,41	133%
10	30,33	3,40	0,159	25,90	15,67	65%
20	26,46	5,10	0,081	31,39	11,78	167%
21	33,2	1,80	0,026	16,19	18,56	-13%
23	27,92	1,70	0,120	11,34	13,24	-14%
30	21,81	6,06	0,016	35,18	7,10	396%
33	23,67	1,80	0,043	10,41	8,97	16%
34	34,91	3,10	0,209	25,29	20,28	25%
38	24,73	3,60	0,049	22,62	10,03	125%
39	26,54	4,90	0,171	12,83	11,86	8%
44	34,89	8,20	0,193	50,16	20,26	148%
56	33,15	2,90	0,244	22,12	18,51	20%
57	26,16	4,50	0,117	26,71	11,47	133%
67	26,41	3,10	0,088	20,41	11,72	74%
PROMEDIO	28,02	3,62	0,133			

D1 (20-35) Km/h						
Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
16	32,69	1,70	0,464	12,51	18,04	-31%
19	31,81	2,90	0,010	24,76	17,16	44%
26	32,14	6,40	0,116	44,05	17,49	152%
29	23,00	6,00	0,026	36,26	8,29	337%
40	25,19	3,10	0,218	16,95	10,50	61%
46	25,31	1,90	0,164	12,11	10,62	14%
58	21,84	4,10	0,050	21,73	7,13	205%
64	25,10	6,90	0,065	40,94	10,41	293%
65	29,36	2,20	0,182	16,23	14,69	10%
72	33,44	1,30	0,200	15,34	18,80	-18%
78	26,22	1,80	0,136	12,13	11,53	5%
79	33,10	3,00	0,097	24,33	18,46	32%
PROMEDIO	28,27	3,62	0,133			

D1 (35-50) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
3	40,70	4,20	0,178	43,27	22,33	94%
4	44,70	2,10	0,271	23,88	25,77	-7%
5	45,42	3,50	0,196	38,83	26,39	47%
6	38,21	1,90	0,051	19,41	20,19	-4%
7	41,79	1,50	0,519	15,39	23,27	-34%
17	49,27	1,70	0,083	22,35	29,69	-25%
22	36,80	3,10	0,323	24,38	18,98	28%
31	35,26	3,36	0,168	31,79	17,66	80%
37	45,69	1,90	0,301	22,90	26,62	-14%
47	38,17	2,10	0,437	18,47	20,16	-8%
53	41,27	3,60	0,046	40,68	22,82	78%
70	39,69	2,10	-0,034	21,71	21,47	1%
71	45,45	3,00	0,185	33,28	26,41	26%
PROMEDIO	41,72	3,09	0,193			

D1 (35-50) Km/h						
Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
9	44,10	2,10	0,044	24,59	25,25	-3%
11	49,07	2,50	0,135	32,65	29,52	11%
12	38,16	2,70	0,286	24,47	20,15	21%
13	43,65	3,10	0,224	31,54	24,87	27%
24	45,17	2,30	0,275	25,19	26,17	-4%
25	40,58	5,00	0,212	46,16	22,23	108%
42	46,98	2,40	0,012	30,73	27,73	11%
43	41,95	1,90	0,147	20,75	23,41	-11%
48	44,80	2,80	0,549	27,36	25,85	6%
49	38,73	4,30	0,417	29,69	20,64	44%
54	39,10	4,20	0,305	32,87	20,96	57%
60	48,21	4,50	-0,361	65,88	28,78	129%
61	37,72	3,60	0,019	34,93	19,77	77%
62	39,78	2,80	0,169	27,44	21,54	27%
63	43,14	5,90	0,068	64,30	24,43	163%
68	45,34	5,20	0,324	49,18	26,32	87%
74	49,29	4,50	0,069	56,77	29,71	91%
75	49,22	4,30	0,280	47,36	29,65	60%
PROMEDIO	43,61	3,09	0,193			

D1 (50-65) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
36	57,38	4,3	0,1952	62,23	38,45	62%
51	50,12	2,30	-0,214	33,93	31,90	6%
77	63,68	2,60	0,224	43,31	44,15	-2%
PROMEDIO	57,06	3,25	0,207			

D1 (50-65) Km/h						
Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
8	53,76	1,40	0,435	18,96	35,18	-46%
14	57,63	3,90	0,207	55,22	38,68	43%
15	60,60	1,50	0,360	23,76	41,36	-43%
18	55,91	4,00	0,223	55,91	37,13	51%
27	56,53	3,91	0,221	55,83	37,69	48%
28	63,71	6,50	0,176	100,08	44,17	127%
32	54,50	4,80	0,090	70,47	35,85	97%
35	57,46	3,90	0,119	58,34	38,53	51%
45	55,39	5,77	0,123	87,08	36,66	138%
50	58,06	2,20	0,137	33,52	39,07	-14%
52	59,39	2,00	0,300	30,73	40,27	-24%
55	53,31	6,00	0,195	74,32	34,78	114%
66	64,69	1,20	-0,098	21,81	45,06	-52%
69	60,57	3,40	0,228	50,70	41,34	23%
73	57,38	1,60	-0,316	27,33	38,45	-29%
80	57,25	2,60	0,075	39,69	38,34	4%
PROMEDIO	57,88	3,42	0,207			

D1 (65-80) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D1(m) VIDEO	D1 (m) CALCULADO	% ERROR
76	69,92	3,50	0,208	62,75	53,79	17%
PROMEDIO	69,92	3,50	0,208			

ANEXO D. Tablas con velocidades agrupadas y comparados con ecuación 5 (D2)

D2 (20-35) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
1	21,76	6,40	-0,062	54,93	47,79	15%
2	24,62	10,70	0,016	78,56	54,07	45%
6	34,32	6,00	-0,049	62,07	75,37	-18%
38	27,83	8,50	0,023	76,18	61,12	25%
PROMEDIO	27,13	7,90	0,019			

D2 (20-35) Km/h						
Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
48	24,05	7,30	-0,202	75,88	52,82	44%
54	32,13	5,90	-0,080	66,41	70,56	-6%
PROMEDIO	28,09	7,90	0,019			

D2 (35-50) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
0						
3	46,41	4,90	0,088	60,83	86,83	-30%
10	42,21	6,70	0,134	69,16	78,97	-12%
20	44,20	6,10	0,227	59,25	82,70	-28%
21	43,20	6,20	0,149	55,11	80,82	-32%
23	43,11	4,90	0,237	48,76	80,66	-40%
30	43,25	7,90	0,208	71,95	80,92	-11%
33	42,90	6,80	0,220	62,35	80,26	-22%
36	42,51	7,00	-0,154	103,39	79,53	30%
39	47,97	9,42	0,179	95,66	89,75	7%
44	42,05	9,20	0,062	95,43	78,67	21%
51	47,94	3,70	-0,044	52,31	89,69	-42%
56	47,46	6,70	0,181	68,32	88,79	-23%
57	39,07	6,40	0,139	64,98	73,10	-11%
PROMEDIO	44,02	6,73	0,191			

D2 (35-50) Km/h

Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
8	47,83	4,50	-0,073	72,67	89,49	-19%
19	47,66	5,60	0,188	71,80	89,17	-19%
40	37,74	9,30	0,073	116,65	70,61	65%
41	46,14	9,70	0,214	95,20	86,33	10%
46	46,92	4,20	0,373	44,88	87,78	-49%
58	47,88	5,60	0,363	53,53	89,58	-40%
64	41,47	7,70	0,148	79,08	77,59	2%
65	47,16	8,10	0,151	96,77	88,23	10%
PROMEDIO	45,35	6,73	0,191			

D2 (50-65) Km/h

Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
4	53,86	3,60	0,202	47,83	84,45	-43%
5	57,02	3,90	0,224	56,83	89,40	-36%
7	56,13	7,60	0,137	110,19	88,01	25%
22	59,97	5,50	0,299	80,33	94,03	-15%
31	57,22	6,04	0,308	70,75	89,72	-21%
34	56,51	4,90	0,341	62,14	88,60	-30%
37	59,26	6,40	0,142	93,29	92,91	0%
47	55,06	4,10	0,300	56,27	86,33	-35%
53	61,89	5,10	0,318	71,69	97,04	-26%
67	54,30	6,90	0,285	84,68	85,14	-1%
70	58,04	2,30	0,617	31,17	91,00	-66%
PROMEDIO	57,21	5,64	0,248			

D2 (50-65) Km/h

Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
9	64,84	4,20	0,368	65,83	101,66	-35%
11	52,01	7,70	0,030	107,50	81,55	32%
12	54,91	5,10	0,242	69,09	86,09	-20%
13	64,45	4,50	0,335	71,88	101,05	-29%
14	64,97	9,20	0,102	94,79	101,87	-7%
25	56,62	4,70	0,229	73,00	88,78	-18%
26	54,16	10,90	0,147	138,26	84,92	63%
29	51,70	4,60	0,461	49,90	81,06	-38%
42	60,77	3,80	0,277	57,46	95,28	-40%
45	54,78	6,66	0,015	105,95	85,89	23%

49	52,02	11,10	0,078	165,73	81,56	103%
50	61,67	6,40	0,038	120,35	96,69	24%
52	58,98	6,10	-0,005	112,69	92,48	22%
55	63,18	8,10	0,081	153,01	99,06	54%
66	62,27	3,90	-0,046	70,82	97,63	-27%
68	51,57	5,80	0,076	84,80	80,86	5%
72	59,59	5,40	0,384	67,85	93,43	-27%
73	56,08	3,20	-0,031	50,26	87,93	-43%
74	57,34	6,90	0,071	128,96	89,90	43%
78	64,22	4,80	0,591	62,35	100,69	-38%
PROMEDIO	58,31	5,64	0,248			

D2 (65-80) Km/h						
Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
17	70,83	9,10	0,176	157,72	123,07	28%
71	70,29	3,40	0,404	76,17	122,13	-38%
PROMEDIO	70,56	6,25	0,341			

D2 (65-80) Km/h						
Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
15	74,97	6,00	0,174	120,09	130,26	-8%
16	72,91	6,20	0,479	94,99	126,68	-25%
18	74,54	3,90	0,365	71,27	129,51	-45%
24	70,85	5,50	0,346	92,28	123,10	-25%
27	76,48	6,30	0,240	118,46	132,88	-11%
28	77,27	5,30	0,192	106,53	134,26	-21%
32	67,30	6,70	0,136	123,21	116,93	5%
35	70,27	5,60	0,170	102,97	122,09	-16%
43	68,32	5,50	0,367	84,88	118,71	-28%
59	66,48	6,20	0,715	63,28	115,51	-45%
60	67,16	4,00	0,336	69,75	116,69	-40%
61	74,00	9,60	0,330	131,47	128,58	2%
62	73,94	9,50	0,310	134,29	128,47	5%
63	72,10	5,30	0,811	44,10	125,27	-65%
69	70,01	7,50	0,088	148,73	121,64	22%
79	70,27	6,70	0,506	83,45	122,09	-32%
PROMEDIO	71,68	6,25	0,341			

D2 (80-95) Km/h

Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
77	86,41	4,60	0,388	94,33	134,04	-30%
PROMEDIO	86,41	5,58	0,363			

D2 (80-95) Km/h

Sentido	Curos-Piedecuesta					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
75	82,66	6,70	0,361	131,08	128,23	2%
80	84,85	6,40	0,314	133,68	131,62	2%
PROMEDIO	83,76	5,58	0,363			

D2 (95-110) Km/h

Sentido	Piedecuesta-Curos					
ADELANTAMIENTO	VELOCIDAD	TIEMPO	ACELERACIÓN	D2 (m) VIDEO	D2 (m) CALCULADO	% ERROR
76	97,86	7,00	0,320	157,15	190,44	-17%
PROMEDIO	97,86	7,00	0,320			