

ING. DARINEL
GALINDO AGUILAR

MODELO DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN PARA LA EVALUACIÓN
DE LA CONSISTENCIA DE CURVAS HORIZONTALES

2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**“MODELO DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN PARA LA
EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE CURVAS
HORIZONTALES”**

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES Y MOVILIDAD

PRESENTA:
ING. DARINEL GALINDO AGUILAR

DIRIGIDO POR:
M.I. EMILIO ABARCA PÉREZ

Santiago de Querétaro, Qro. Mayo 2022.



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

MODELO DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE CURVAS HORIZONTALES

Opción de titulación

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

Presenta:

Ing. Darinel Galindo Aguilar

Dirigido por:

M.I. Emilio Abarca Pérez

M.I. Emilio Abarca Pérez
Presidente

Firma

M.I. Gerardo Ríos Quezada
Secretario

Firma

Dra. María de la Luz Pérez Rea
Vocal

Firma

M.I. Wendy Alejandra Casanova Zavala
Suplente

Firma

M.I. Nadia Gómez González
Suplente

Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Mayo 2022
México

RESUMEN

El mayor número de heridos o muertes en los accidentes en carreteras se presentan en las curvas horizontales. Una de las causas es los cambios bruscos en las características de la carretera. Todo ello, ha llevado a las investigaciones a buscar una forma de evaluar los diseños geométricos de las carreteras. Gracias a esto, nace el concepto de consistencia en el diseño, como una de las estrategias más prometedoras en la mejora de la seguridad vial. Para ello, es necesario contar con modelos que estimen la velocidad de operación en curvas horizontales. Por ende, esta investigación se centró a determinar estos modelos en el entorno de las carreteras mexicanas. Para lograrlo, se planteó tomar datos en cuatro puntos de cada curva mediante el uso de pistolas radar; 60 metros antes del Punto Comienzo de Curva, en el Punto Comienzo de curva, en el Punto Medio y en el Punto Termino de curva. En total se analizaron 60 curvas horizontales. Los resultados arrojan que el 60 % de los vehículos superan la velocidad límite. Además, los vehículos comienzan a disminuir la velocidad conforme se adentran a la curva hasta llegar a su mínimo en el Punto Medio, a partir de aquí comienzan a aumentar la velocidad. Con dichos datos, se estimaron ocho modelos que determinan la velocidad de operación, de donde se obtuvo que la variable con mayor significancia fue el límite de velocidad de las carreteras a la que pertenece cada curva. Estos modelos pueden ser usados para la evaluación de la consistencia de curvas horizontales en carreteras existentes y en futuros proyectos, como un indicador indirecto de la calidad de los diseños de los proyectistas y con ello mejorar la seguridad vial.

Palabras clave:

Consistencia en el diseño; modelo de velocidad de operación; curvas horizontales; seguridad vial.

ABSTRACT

The highest number of injuries or deaths in road accidents occur on horizontal curves. One of the causes is sudden changes in the characteristics of the road. All of this has led research to seek a way to evaluate the geometric designs of the roads. Thanks to this, the concept of consistency in design was born, as one of the most promising strategies in improving road safety. For this, it is necessary to have models that estimate the operating speed in horizontal curves. Therefore, this research focused on determining these models in the environment of Mexican highways. To achieve this, it was proposed to collect data at four points of each curve by using radar guns; 60 meters before the Beginning Point of the Curve, at the Beginning Point of the curve, at the Midpoint and at the End Point of the curve. In total, 60 horizontal curves were analyzed. The results show that 60 % of the vehicles exceed the speed limit. In addition, the vehicles begin to slow down as they enter the curve until they reach their minimum at the Midpoint, from here they begin to increase speed. With these data, eight models that determine the operating speed were estimated, from which it was obtained that the variable with the greatest significance was the speed limit of the roads to which each curve belongs. These models can be used to evaluate the consistency of horizontal curves in existing roads and in future projects, as an indirect indicator of the quality of the designers' designs and thereby improve road safety.

Keywords:

Consistency in design; operating speed model; horizontal curves; road safety.

DEDICATORIAS

A Dios y a San Juditas Tadeo

Por haberme dado en todo momento salud y fuerzas para seguir siempre adelante.

A mis padres Darinel y Maribel

Por apoyarme siempre y en cada momento, por enseñarme a ser siempre fuerte a pesar de todas las adversidades. Pero sobre todo por su inmenso amor.

A mi hermano Paco 

Gracias por TODO hermano, por haberme enseñado que el éxito se alcanza esforzándose cada día, que cada momento es único y hay que disfrutarlos al máximo. Por haberme enseñado a ser siempre responsable. GRACIAS.

Por siempre en mi corazón, descansa en paz.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), No. de CVU: 1032392, y a la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo económico y financiamiento brindados para realizar esta investigación.

Agradezco a mi director de tesis el M.I. Emilio Abarca Pérez por su valioso apoyo y guía incondicional en cada momento de la elaboración del presente trabajo.

Agradezco a la M.I. Wendy Alejandra Casanova Zavala y al Ing. Isaac Sarmiento Castellanos por su apoyo en la obtención de las velocidades en campo.

Agradezco a todos mis compañeros y maestros de la Universidad Autónoma de Querétaro por compartir su conocimiento y experiencias.

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVO	6
1.4 HIPÓTESIS	6
2. CONSISTENCIA EN EL DISEÑO	7
2.1 CRITERIOS DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO	7
2.2 PARÁMETROS DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO	10
2.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA	13
2.4 EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE CURVAS HORIZONTALES	18
3. VELOCIDAD DE OPERACIÓN V_{85} Y PROYECTO	20
3.1 VELOCIDAD DE PROYECTO	20
3.2 VELOCIDAD DE OPERACIÓN V_{85}	20
4. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	24
5. REGRESIÓN LINEAL	30
6. METODOLOGÍA	32
6.1 ESQUEMA METODOLÓGICO	32
6.2 SELECCIÓN DE CURVAS HORIZONTALES	32
6.2.1 <i>Tamaño de la muestra para curvas horizontales</i>	33
6.2.2 <i>Características de la vía</i>	33
6.2.3 <i>Características generales de la curva</i>	34
6.2.4 <i>Características geométricas de la curva</i>	37
6.3 MEDICIÓN DE VELOCIDADES	40
6.3.1 <i>Tamaño de la muestra para vehículos</i>	42
6.3.2 <i>Puntos de medición</i>	42
6.3.3 <i>Obtención de velocidades en campo</i>	43
6.4 DESARROLLO DEL MODELO	49
6.4.1 <i>Modelo lineal</i>	50
6.4.2 <i>Validación y comparación del modelo desarrollado con otros modelos</i>	58
6.5 EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LAS CURVAS HORIZONTALES	60
6.5.1 <i>Algoritmo desarrollado por Lamm et al. (1999)</i>	61
6.5.1.1 <i>Evaluación de curvas en carreteras con velocidades límite de 80 km/h</i>	62
6.5.1.2 <i>Evaluación de curvas en carreteras con velocidades límite de 90 km/h</i>	64
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
7.1 SELECCIÓN DE CURVAS	67
7.2 MEDICIÓN DE VELOCIDADES	71
7.3 DESARROLLO DEL MODELO	74
7.4 EVALUACIÓN DE LAS CURVAS HORIZONTALES	75
8. CONCLUSIONES	76

9. INVESTIGACIONES FUTURAS.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79
ANEXOS	86
TOMA DE VELOCIDADES EN CAMPO	86
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BÁSICA DE LAS VELOCIDADES TOMADAS EN CAMPO	148
TABLA PARA REGRESIÓN LINEAL.....	210
PROCEDIMIENTO EN R STUDIO.....	212
60 A PC 80 km/h.....	212
60 A PC - 90 km/h	214
PC – 80 km/h	218
PC – 90 km/h	222
PM – 80 km/h.....	225
PM – 90 km/h.....	228
PT – 80 km/h.....	232
PT – 90 km/h.....	235

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Criterios de Consistencia de Lamm et al. (1991, 1986).....	14
Tabla 2.2. Clasificación de la consistencia del trazado.....	15
Tabla 2.3. Variables para la determinación de la consistencia de la calidad de diseño, por medidas individuales.....	17
Tabla 2.4. Criterios de consistencia de Fitzpatrick et al. (2000).....	18
Tabla 2.5. Variables del algoritmo de Lamm et al. (1999) para la evaluación de la consistencia.....	19
Tabla 2.6. Nivel de consistencia de curvas horizontales.....	19
Tabla 3.1. Expresiones para estimar la velocidad de operación.	23
Tabla 4.1. Ecuaciones para el cálculo de los elementos de la curva circular con espiral de transición.	29
Tabla 5.1. Escala de coeficientes de correlación	31
Tabla 6.1. Características de las curvas horizontales de estudio.....	38
Tabla 6.2. Datos de velocidades de la curva no. 25.....	45
Tabla 6.3. Estadística descriptiva básica de la curva 19.....	46
Tabla 6.4. Estadística descriptiva de la velocidad media y percentil 85.....	47
Tabla 6.5. Velocidades medias en cada punto de cada curva.....	47
Tabla 6.6. Características geométricas y velocidades de percentil 85 en un punto en la curva.....	49
Tabla 6.7. Modelos desarrollados para cada punto en la curva.....	57
Tabla 6.8. Estadística explicativa de las variables de los modelos desarrollados....	58
Tabla 6.9. Parámetros requeridos para la validación y comparación de los modelos.....	59
Tabla 6.10. Resultados de la validación y comparación de los modelos.....	60
Tabla 6.11. Datos de las curvas usadas para la evaluación de la consistencia....	60
Tabla 6.12. Velocidades estimadas con modelos de 80 km/h.....	62
Tabla 6.13. Velocidades estimadas con modelos de 90 km/h.....	64
Tabla 6.14. Resultados de la evaluación de la consistencia de curvas horizontales.....	65
Tabla 6.15. Velocidad de percentil 85 obtenida con tres modelos del estado del arte.....	66
Tabla 6.16. Resultado del cálculo de las variables del algoritmo de Lamm et al. (1999).....	66
Tabla 6.17. Nivel de consistencia de cada una de las cuatro curvas mediante el uso de modelos en el estado del arte.....	67
Tabla 7.1. Características de las curvas horizontales de estudio.....	69
Tabla 7.2. Estadística descriptiva de la velocidad media y percentil 85.....	71
Tabla 7.3. Velocidades medias en cada punto de cada curva.....	72

Tabla 7.4. Modelos desarrollados para cada punto en la curva.....74
Tabla 7.5. Estadística explicativa de las variables de los modelos desarrollados..75
Tabla 7.6. Datos de las curvas usadas para la evaluación de la consistencia.....75
Tabla 7.7. Resultados de la evaluación de la consistencia de curvas horizontales76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Número de accidentes relacionados con el alineamiento horizontal.....	5
Figura 1.2. Porcentaje de accidentes en que los usuarios resultan en heridos o muertos.	6
Figura 2.3. Variación de la fricción lateral en función de la CCR.....	15
Figura 4.1. Ejemplo de alineamiento horizontal.....	25
Figura 4.2. Algunos elementos de una curva circular simple.	26
Figura 4.3. Curva circular con espiral de transición.....	28
Figura 6.1. Esquema Metodológico.....	32
Figura 6.2. Visualizador Geocartográfico” de la Red Nacional de Caminos (RNC)34	
Figura 6.3. Curvas horizontales seleccionadas.....	36
Figura 6.4. Trazo de polilínea en el centro de la curva y de dos líneas tangentes.37	
Figura 6.5. Características geométricas de la curva C7.....	38
Figura 6.6. Pistola de velocidad marca FALCON y SCOUT respectivamente.....	41
Figura 6.7. Equipo de Seguridad en la toma de mediciones	41
Figura 6.8. Ubicación de puntos en donde se tomaron datos de velocidades en cada curva horizontal.....	43
Figura 6.9. Toma de velocidades metros antes de punto "PT".....	44
Figura 6.10. Gráfica de velocidades de la curva 25.....	45
Figura 6.11. Como importar Tabla a R Studio.....	51
Figura 6.12. Vista previa de la Tabla a importar en R Studio	52
Figura 6.13. Gráfica de Residuos.	56
Figura 6.14. Gráfica normal de los datos usados para la regresión	56
Figura 7.1. Curvas horizontales seleccionadas.....	68

1. INTRODUCCIÓN

Cada año, más de un millón de personas mueren y entre 20 y 50 millones resultan lesionadas en accidentes de tránsito a nivel mundial (Mohammed et al., 2019), mientras que en España, según Olabarria et al. (2015), entre 2007 y 2012, 130,454 choques ocurrieron en carreteras bidireccionales (denominadas en México como carreteras de un carril por sentido de circulación), esto puede deberse a que los cambios bruscos en las características de la carretera sorprenden a los conductores, resultando en errores de velocidad o maniobras críticas de manejo que llevan a colisiones (Krammes, 1997). En este sentido, Radimsky et al. (2016) mencionan que el segmento de la carretera donde hay más heridos o muertes es curvas horizontales, es por ello que es el más peligroso, y de ahí la necesidad de evaluar este segmento. De este modo, una de las estrategias más prometedoras para mejorar la seguridad vial en las carreteras de un carril por sentido de circulación según Jacob y Anjaneyulu (2013) es la implementación del concepto de consistencia en el diseño, el cual Russo et al. (2012) lo definen como la condición en que la alineación de la carretera no viola las expectativas del conductor, en ese sentido, Al-Masaeid et al. (1995) afirman que se puede lograr un buen diseño consistente si el grado de curva es menor a 4.24 grados.

El concepto de consistencia comúnmente se mide como la diferencia entre la velocidad de proyecto y la velocidad de operación (V85) en un punto dado de la vía (Lamm y Choveiri, 1987). Para conocer la velocidad de operación se pueden desarrollar modelos que la estimen, en la literatura existen muchos, por ejemplo: Kanellaidis et al. (1990) [Grecia], Misaghi y Hassan (2005) [E.U.A.], Nie y Hassan (2007) [Canadá], Castro et al. (2008) [España], entre otros. Sin embargo, varían los coeficientes de regresión, las variables explicativas y en ese sentido la forma de los modelos. Por lo que, Jacob y Anjaneyulu (2013) y Sil et al. (2019) mencionan que ningún modelo de predicción de velocidad de operación es universalmente aceptable, además, Delgado et al. (2021) afirman que se deben desarrollar modelos propios de velocidad de operación por país o región, de hecho Posada et al. (2014) no recomiendan utilizar modelos desarrollados en otros países cuyas características

topográficas difieran significativamente, incluso dicen que se deben desarrollar modelos para carreteras de una sola calzada, de un carril por sentido o de un solo sentido de circulación, y para carreteras divididas (de dos calzadas). Por todo ello, con el propósito de tener un complemento adicional para mejorar los diseños geométricos y con ello la seguridad vial, esta investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo que estime la velocidad de operación de los vehículos ligeros en curvas horizontales con base en sus características geométricas (grado de curvatura, longitud de curvatura y ángulo de deflexión) para posteriormente evaluar la consistencia de estas curvas en una carretera de un carril por sentido de circulación.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Entre las investigaciones relacionadas al tema destacan las de Echaveguren y Díaz (2016), Posada *et al.* (2014), Fitzpatrick (2000), Hassan (2004), Depestre *et al.* (2012), Russo *et al.* (2012), Jacob y Anjaneyulu (2013). En esta última los autores mencionan que ningún modelo de predicción de velocidad de operación es universalmente aceptable, en ese sentido, Posada *et al.* (2014) no recomienda utilizar modelos desarrollados en otros países cuyas características topográficas difieran significativamente, es por ello que Hassan (2004) menciona que es necesario estimar el tamaño óptimo de un área que deben cubrir estos modelos, y de acuerdo a Echaveguren *et al.* (2009) también es necesario controlar la aceleración para evitar cambios abruptos de velocidad que puedan llevar al conductor a perder el control del vehículo, se deben desarrollar modelos para carreteras con calzada sencilla bidireccional o unidireccional, y para dobles calzadas (Posada *et al.*, 2014).

Con base en las investigaciones previamente mencionadas, Jacob y Anjaneyulu (2013) y Posada *et al.* (2014), resulta de gran importancia desarrollar modelos de predicción de velocidad de operación propios, con la finalidad de que dichos modelos representen la realidad del comportamiento vehicular en las carreteras mexicanas en los diferentes contextos y ya que este tipo de modelos no se incluyen en la Normativa de Proyecto Geométrico de Carreteras de la Secretaría

de Comunicaciones y Transportes de México SCT (2018) motiva a la realización de esta investigación.

Tomando como base a Hassan (2004), con la finalidad de que el modelo a desarrollar sea lo más preciso posible, se delimitará a curvas horizontales con las siguientes características; pertenecientes a una carretera tipo A2 o tipo B2 (de acuerdo a SCT, 1984) debido a que son los tipos de carretera que más predominan en México con 6,973.92 y 9,868.91 km (respectivamente) de acuerdo a Cuevas *et al.* (2011), calzada bidireccional previamente mencionado por Posada *et al.* (2014), límite de velocidad entre 80 y 100 km/h resultado del siguiente análisis; de acuerdo a McLean (1981) en Australia, Krammes (1995) en Estados Unidos y Echaveguren y Sáez (2001) en Chile, autores citados por Echaveguren *et al.* (2009) confirman que las velocidades de diseño inferiores a 90-100 km/h es superada por la velocidad de operación de los vehículos y, debido a que la SCT (1984) menciona que las carreteras tipo A y B tienen un rango de velocidades de entre 80 y 110 km/h acotaremos entonces el estudio a un rango de velocidad de entre 80 y 100 km/h y el ancho de calzada para este tipo de carreteras, de acuerdo a la institución antes mencionada, es de 7 metros. Basado en las especificaciones de la investigación de Jacob y Anjaneyulu (2013) se plantea analizar en pendientes de $\pm 2\%$ así como también la longitud mínima de la tangente entre curva y curva de 100 metros. La SCT (2018) menciona que se necesitan 405 m de longitud para alcanzar la velocidad de 100 km/h saliendo de una intersección, por lo que se plantea que la curva se encuentre por lo menos a 400 metros (redondeado) de distancia de una intersección. Finalmente se plantea que sea aplicado para vehículos tipo A (ligeros) resultado del siguiente análisis; Los datos de velocidad de los vehículos recopilados en los trabajos de investigación de Medina y Tarko (2005), Nama *et al.* (2016) y Maji *et al.* (2018) indican que la velocidad de los camiones es significativamente menor que la de los automóviles de pasajeros (son vehículos tipo A, en el caso de México). Además, Nama *et al.* (2016), observaron que aproximadamente el 50 % de los automóviles de pasajeros viajan a una velocidad superior a la velocidad de proyecto de las curvas horizontales, mientras que los camiones, viajan a una velocidad inferior a la de proyecto. En esa dirección, Sil *et al.* (2019) realizaron un análisis de

sensibilidad que indicó que el vehículo de pasajeros (vehículo ligero) es la categoría de vehículo crítica para el diseño geométrico de curvas horizontales, la seguridad y la evaluación de consistencia. En la misma línea, la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (2016) menciona que el 50 % de los accidentes fatales que ocurren en las vías rurales (carreteras) se deben al exceso de velocidad. Se puede añadir también que la SCT (2018) menciona que los vehículos que más predominan en México son del tipo A. Se puede observar entonces que los vehículos tipo A representan la condición más crítica ya que son los que más predominan en México, frecuentemente viajan a una velocidad mayor a la de proyecto y el 50 % de los accidentes fatales se deben al exceso de velocidad y de ahí la necesidad de estudiar este tipo de vehículo.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

“Los perfiles de velocidad de operación, de acuerdo a Dell'Acqua et al. (2013), se utilizan para evaluar la consistencia del diseño pues existe una correlación directa entre la variabilidad de velocidad en elementos de diseño sucesivos y la tasa de accidentes. Por consiguiente, Russo et al. (2012) definen la consistencia del diseño como la condición en que la alineación de la carretera no viola las expectativas del conductor, en ese sentido, Krammes (1997) argumenta que los cambios bruscos en las características de la carretera sorprenden a los conductores, resultando en errores de velocidad o maniobras críticas de manejo que conducen a colisiones. Por ello, Fitzpatrick (2000) encontró que los conductores cometen menos errores cuando las características geométricas se ajustan a sus expectativas. De hecho, Echaveguren et al. (2009) opinan que el conductor es un operador de una máquina a través de la cual percibe el entorno y toma decisiones a cada instante en función de la información que recibe.” (Como citado en Casanova et al., 2021 y 2022)

“Una de las estrategias más prometedoras para mejorar la seguridad vial en las carreteras rurales según Jacob y Anjaneyulu (2013) es la implementación del concepto de consistencia en el diseño. De acuerdo a García et al. (2013), este concepto se centra en la interacción entre los factores humanos y de infraestructura.” (Como citado en Casanova et al., 2022)

En la Republica Checa, se registra cada accidente con la información sobre el alineamiento horizontal del lugar del accidente. Con base en esa información, Radimsky *et al.* (2016) mencionan que la principal causa de accidentes en curvas horizontales es el exceso de velocidad y en su investigación comparan el número de accidentes con respecto a las características del alineamiento horizontal donde fue el accidente; tangente, curva o intersección. En la Figura 1.1, se puede observar que el número más grande accidentes se origina en el segmento de tangente de las carreteras (más de 50 %), el segundo lugar más común son las intersecciones y por último las curvas horizontales con 20 % de accidentes. Posteriormente, tomaron solo en cuenta los accidentes en que los usuarios resultaron heridos o muertos, dando como resultado la Figura 1.2. Se puede apreciar que los accidentes donde hay más heridos o muertos son en curvas horizontales, es por ello que es el segmento más peligroso, y de ahí la necesidad de evaluar este segmento.

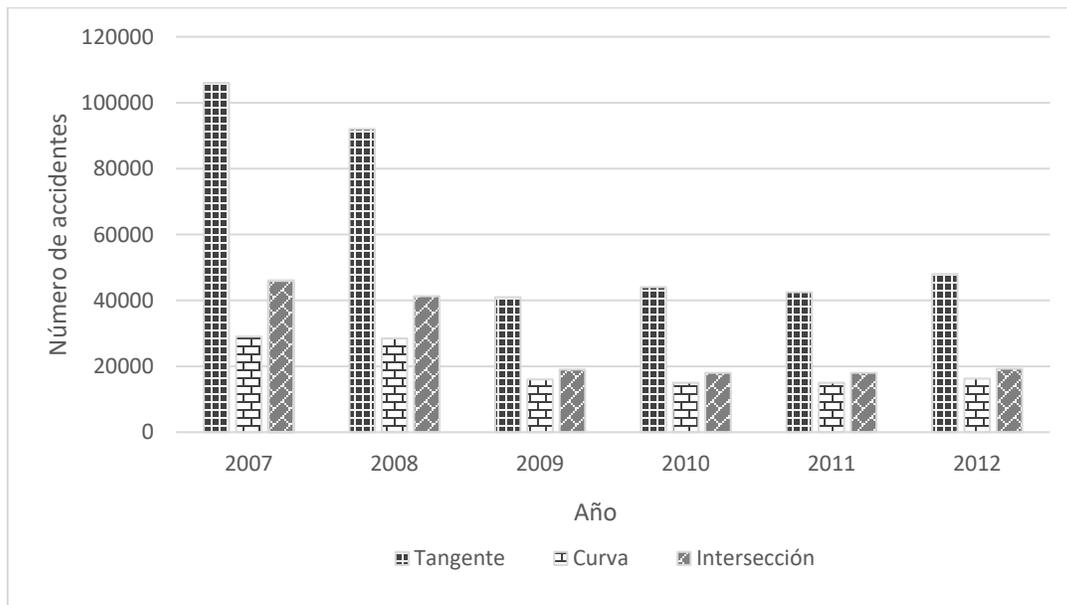


Figura 1.1. Número de accidentes relacionados con el alineamiento horizontal.
Fuente: Radimsky *et al.* (2016)

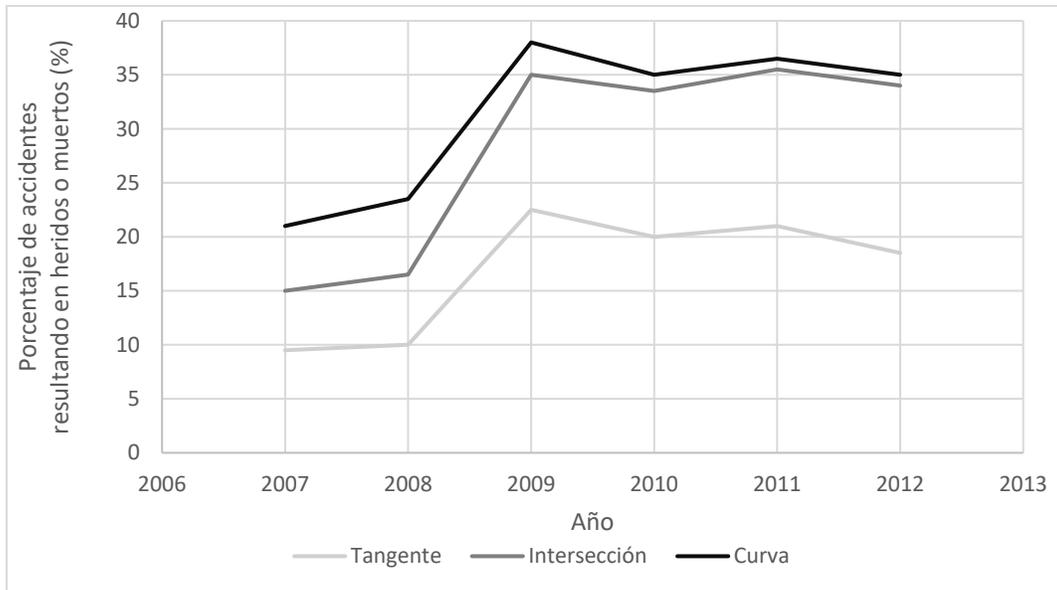


Figura 1.2. Porcentaje de accidentes en que los usuarios resultan en heridos o muertos.
Fuente: Radimsky et al. (2016)

1.3 OBJETIVO

Desarrollar un modelo que estime la velocidad de operación de los vehículos ligeros en curvas horizontales con base en sus características geométricas (grado de curvatura, longitud de curvatura y ángulo de deflexión) para posteriormente evaluar la consistencia de estas curvas en una carretera de un carril por sentido de circulación.

1.4 HIPÓTESIS

Existe una relación directa entre las características geométricas de la curva (grado de curvatura, longitud de curvatura y ángulo de deflexión) y la variación de la diferencia de velocidades de proyecto y operación (consistencia) a lo largo de la curva.

2. CONSISTENCIA EN EL DISEÑO

“El diseño del proyecto geométrico de carreteras ha ido evolucionando a lo largo de los años. Primeramente, nos encontramos con el **diseño tradicional**; el cual se basa en determinar todos los elementos geométricos con base en la velocidad de proyecto, en donde supuestamente los conductores de los vehículos no superaran dicha velocidad a lo largo del proyecto.” (Solminihac et al., 2007. Citado en Casanova et al., 2022)

“El **diseño neotradicional**, considera la evaluación de la homogeneidad del trazado y de la tasa de cambio de la velocidad de proyecto a lo largo del trazo. De este modo se mejora la seguridad del tránsito debido a que se puede verificar el diseño.” (Solminihac et al., 2007. Citado en Casanova et al., 2022)

“El **diseño sensitivo** busca el equilibrio del diseño entre el conductor y la naturaleza, sin olvidar la seguridad.” (McLean, 1981. Stamatiadis, 2005. Citado en Casanova et al., 2022)

“Finalmente, el **diseño consistente** trata de ir más allá y evita restringir/limitar al conductor en su tránsito por la carretera (permitiendo un tránsito más estable poco condicionado), esto sin olvidar los criterios básicos de la geometría de una carretera (AASHTO, 2004). Un diseño consistente, de acuerdo con Glennon y Harwood (1978) es aquel que no altera la capacidad del conductor para dirigir y mantener bajo control el vehículo, por lo que se encuentra en relación directa con las expectativas del conductor.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.1 CRITERIOS DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO

“La consistencia en el diseño de una carretera es armonizar los segmentos de la carretera, evitando cambios bruscos en los radios de curvatura, velocidad de operación, entre otros.” (Messer, 1980. Citado en Casanova et al., 2022)

“Primeramente, Mclean (1981) sentó las bases de que la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación era causada por la inconsistencia del diseño. Gracias a ello, Lamm et al. (1986, 1987, 1991) realizaron continuos estudios de campo hasta lograr crear sus tres criterios de evaluación de consistencia del diseño,

los cuales tratan de medir las expectativas de los conductores.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Lamm no fue el único en tocar este tema, Polus y Dagan (1987) también propusieron un método de evaluación de la consistencia, éste se encuentra basado en el análisis estadístico de las diferencias en los radios de curvatura en segmentos de una carretera.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“La consistencia en el diseño no solo se encuentra relacionada con las características geométricas de las curvas, sino también con la carga mental del conductor (mental workload) (Messer, 1980), la consistencia del diseño está relacionada con el trabajo de conducción, de esta manera si un diseño es inconsistente esto provoca que la carga mental aumente lo que a su vez reduce la eficiencia del desempeño del conductor y aumenta el riesgo de provocar un accidente.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.1.1 Criterios de Lamm et al. (1986, 1987, 1991)

“Lamm et al. (1986, 1987, 1991) estudiaron dos elementos geométricos: curvas compuestas y curvas aisladas simples. Con base en el comportamiento de dichos elementos, determinaron que entre la Tasa de Cambio de Curvatura (CCR) y la ocurrencia de accidentes había una correlación positiva. Concluyeron que los conductores, en función de su percepción de la curva próxima, elegían su velocidad de operación; la cual no siempre corresponde a la velocidad de proyecto.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“A su vez, determinaron que la diferencia entre la fricción lateral requerida y la de proyecto también era un criterio de inconsistencia. Esto debido a que, cuando el conductor supera la velocidad de proyecto genera mayor fricción, con lo cual se puede llegar a superar la fricción de proyecto hasta alcanzar el desplazamiento en la curva.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.1.2 Criterios de Polus et al. (1987, 2004)

“El objetivo de Polus et al. (1987, 2004) fue desarrollar criterios de evaluación de consistencia que se pudieran aplicar a segmentos largos de trazado (carreteras).

Primeramente, Polus y Dagan (1987) desarrollaron un criterio de evaluación con base en el análisis de la diferencia de radios de curvatura.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Más adelante, Polus y Mattar-Habib (2004), determinaron un criterio de evaluación de consistencia más extenso, en donde asumieron que conforme exista una mayor varianza punto a punto entre la velocidad de proyecto y de operación, y que conforme la diferencia total en una carretera entre ambas velocidades sea mayor, la inconsistencia crecerá exponencialmente en la carretera.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Estos criterios son más generales que los de Lamm y tienen la ventaja de poder analizar trazados (carreteras) completos, pero aquí no se incluye la estabilidad dinámica (específicamente de fricción lateral). En ese sentido, Solminihaç et al. (2007) mencionan que para usar el concepto de estabilidad dinámica se requiere realizar un análisis muy específico en el que se incluya la oferta de fricción en curvas, por lo que resulta un método poco práctico para ser usado.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.1.3 Criterio de carga mental

“La carga mental, según Sebastián y Del Hoyo (2002), es el nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual necesario para desarrollar un trabajo o tarea, el nivel depende de las exigencias mentales de la tarea, y de la capacidad de respuesta de la persona.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“En este sentido, Messer (1980), determinó que la consistencia en el diseño también está correlacionado con la carga mental del conductor, de ese modo, una carretera con un diseño inconsistente demanda una gran carga mental al conductor, lo que se traduce a una mayor probabilidad de desempeñar una maniobra errónea y provocar un accidente.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Este criterio trata de determinar la carga mental del conductor derivado de los diferentes trazos de la carretera, esto debido a que hay un intervalo óptimo de carga mental en el cual se alcanza el nivel más alto en la calidad del trabajo de conducción.” (Fuller y Santos, 2002. como citado en Casanova et al., 2022)

El desarrollo de este criterio ha sido muy lento debido a que los parámetros que determinan la carga mental como; tiempo de respuesta (Makishita y Matsunaga, 2008), ritmo cardíaco (Jahn *et al.*, 2005), oclusión visual (Van der Horst, 2004), son muy difíciles de medir, debido a que se necesita de una experimentación controlada con uso de instrumentos de gran costo monetario para poder llevarlos a cabo.

2.1.4 Criterio de homogeneidad geométrica

*“En este criterio se asume que los cambios radicales en los radios de curvatura provocan cambios radicales en la velocidad de operación lo que incrementa la probabilidad de accidentes. Investigaciones realizadas por Castro *et al.* (2005) determinaron que diseños geoméricamente homogéneos mantienen velocidades más constantes gracias al aumento en la consistencia del diseño.”* (como citado en Casanova *et al.*, 2022)

2.2 PARÁMETROS DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO

“Los parámetros de consistencia se clasifican de acuerdo a sus variables explicativas. Es así como se pueden identificar parámetros basados en velocidad, fricción, en la velocidad de aproximación y en la carga de trabajo del conductor.” (como citado en Casanova *et al.*, 2022)

2.2.1 Parámetros basados en la velocidad

“Este tipo de parámetro es usado en curvas horizontales aisladas y compuestas, es determinado mediante la diferencia entre la velocidad de proyecto y la velocidad de operación. Cuando tenemos una curva horizontal existente, la velocidad de operación es calculada en campo (comúnmente a la mitad de la curva) para que en gabinete se estime el percentil 85 (V85). Mientras que la velocidad de proyecto para carreteras aun no construidas (que se encuentran en proyecto) es estimada mediante un modelo que correlaciona el V85 con algún o algunos elementos geoméricos de la curva, por ejemplo, el radio de curvatura, la longitud de curva, la pendiente, el ángulo de deflexión, entre otros (McFadden y Elefteriadou, 2000). A continuación, se muestra la ecuación 2.1 la cual es un ejemplo de este tipo de parámetro (AASHTO, 2004).” (como citado en Casanova *et al.*, 2022)

$$CCR = \frac{63.7 \left(\frac{L_{c1}}{2R} + \frac{L_{cr}}{R} + \frac{L_{c2}}{2R} \right)}{L} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

$$V_{85} = \exp (4.561 - 0.000527CCR_s) \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

CCR = Grado de curvatura, expresado en Gon por kilómetro (1 Gon = 0.9°)

LCR = Longitud de la curva circular (metros)

$Lc1$ = Longitud de la espiral anterior de la curva circular (metros)

$Lc2$ = Longitud de la espiral posterior de la curva circular (metros)

L = Longitud total ($Lc1 + Lc2 + LCR$) (metros)

R = Radio de la curva circular (metros)

“La ecuación 2.1 fue desarrollada por Lamm et al. (1999) citado por Ng y Sayed (2004), la cual se añadió, basados en el modelo de Morrall y Talarico (1994), en la ecuación 2.2.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.2.2 Parámetro basado en la fricción

“La demanda de fricción lateral aumenta conforme aumentamos la velocidad de operación, a tal grado que podemos superar la fricción de proyecto y con ello provocar un accidente.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Este parámetro está hecho para determinar la diferencia entre la fricción de demanda y proyecto. Para el cálculo de la consistencia mediante este parámetro Lamm et al. (1999) citado por Ng y Sayed (2004) determinaron las ecuaciones 2.3, 2.4, 2.5 la cual se muestra a continuación.” (como citado en Casanova et al., 2022)

$$\Delta f_R = f_R - f_{RD} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

$$f_R = 0.22 - 1.79 \times 10^{-3} V_d + 0.56 \times 10^{-5} V_d^2 \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127R} - e \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Donde:

f_R = Fricción lateral supuesta

f_{RD} = Fricción lateral exigida

V_D = Velocidad de proyecto (km/h)

e = sobreelevación

2.2.3 Parámetro basado en la carga de trabajo del conductor

“Este parámetro se refiere, de acuerdo con Messer (1980), al tiempo en el que el conductor debe realizar una tarea de conducción, reaccionando a todos aquellos cambios que se presenten en la carretera. La carga de trabajo aumenta conforme aumenta la complejidad de la geometría de la carretera, también la carga de trabajo aumenta conforme aumenta la velocidad y se reduce la distancia visual. En este sentido, Castro et al. (2005) mencionan que este factor se expresa de acuerdo a la demanda visual que depende de si el conductor conoce o no el camino de acuerdo a la siguiente expresión.” (como citado en Casanova et al., 2022)

$$VD_{LU} = 0.173 + \frac{43}{R} \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$$VD_{LF} = 0.198 + \frac{29.2}{R} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Donde:

VD_{LU} = Demanda visual de conductores de una ruta no conocida

VD_{LF} = Demanda visual de conductores de una ruta conocida

R = Radio de la curva horizontal

2.2.4 Parámetro basado en la velocidad de aproximación en curvas

“McFadden y Eleftediarou (2000) desarrollaron el concepto llamado Reducción Máxima de la Velocidad de Operación (85MSR, 85th percentile Maximum Speed Reduction), en el cual se considera la diferencia entre la velocidad de operación en la tangente de entrada a la curva y la velocidad al centro de la curva, además considera el vínculo entre estas dos velocidades y su covarianza. Esto se puede ver en la ecuación 2.8 mostrada a continuación.” (como citado en Casanova et al., 2022)

$$85MSR = \mu_1 - \mu_2 + Z_{0.85} \times \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2COV(V_1, V_2)} \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Donde:

COV = Término de covarianza que refleja la asociación lineal (correlación) en velocidades entre elementos sucesivos de la carretera.

μ_1, μ_2 = Velocidades promedios en el centro de la curva

σ = Desviación estándar de las velocidades

$Z_{0.85}$ = Valor del percentil 85 de la distribución normal estandarizada

2.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA

“Los parámetros de consistencia descritos anteriormente tienen relación con los criterios de evaluación de la consistencia del alineamiento horizontal que veremos a continuación.” (como citado en Casanova et al., 2022)

2.3.1 Criterios de evaluación de consistencia de Lamm et al. (1986, 1987, 1991)

“Lamm y sus colaboradores, propusieron para los tres criterios diferentes variables para evaluar la consistencia, con base a un análisis de correlación entre la tasa de ocurrencia de accidentes y: la tasa de cambio de curvatura (CCR) (Lamm et al., 1986), la velocidad de operación (Lamm Choveiri, 1987) y la fricción lateral (Lamm et al., 1991).” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Lamm et al. (1991, 1986) realizaron estudios en Estados Unidos y Alemania, en donde obtuvieron bases de datos de accidentes que, siguiendo una serie de pasos, incluyendo un análisis de conglomerados, lograron calcular la tasa media de accidentes para distintos rangos de CCR. En donde definieron los siguientes valores críticos de CCR:” (como citado en Casanova et al., 2022)

- a) $CCR < 180 \text{ g/km}$ (162°), en donde el riesgo de accidentes resultó ser el más bajo.
- b) $180 \text{ g/km} < CCR < 360 \text{ g/km}$ ($162^\circ < CCR < 324^\circ$), en donde la tasa media de accidentes resultó entre dos y tres veces mayor al caso del inciso a).
- c) $CCR > 360 \text{ g/km}$ ($> 324^\circ$), en donde la tasa media de accidentes resultó ser de cuatro a cinco veces mayor al caso del inciso a).

“Con los valores críticos definidos anteriormente, se obtuvieron los criterios mostrados en la Tabla 2.1. De acuerdo con Echaveguren et al. (2009) la calificación “Bueno”, se refiere a un proyecto geométrico consistente, que no requiere modificaciones en su diseño. La calificación “Regular”, se refiere a que se deben realizar ciertas mejoras que serán de importancia o no dependiendo de la cercanía del resultado hacia la calificación de “bueno” o “malo”. Finalmente, la calificación “Malo” requiere un rediseño del proyecto geométrico ya que no cumple con las condiciones de seguridad de operación.” (como citado en Casanova et al., 2022)

Tabla 2.1. Criterios de Consistencia de Lamm et al. (1991, 1986).

Fuente: Echaveguren et al. (2009).

Criterio	Elemento geométrico	Intervalo de Tasa de Cambio de curvatura (CCR)	Criterio de consistencia	Calificación del Diseño
I	Curvas simples	$CCR_i \leq 180 \text{ g/km}$	$IC_i \leq 10 \text{ (km/h)}$	Bueno
		$180 \leq CCR_i \leq 360 \text{ g/km}$	$10 \leq IC_i \leq 20 \text{ (km/h)}$	Regular
		$CCR_i > 360 \text{ g/km}$	$IC_i > 20 \text{ (km/h)}$	Malo
II	Curvas Sucesivas	$ CCR_i - CCR_{i+1} \leq 180 \text{ g/km}$	$IC_{II} \leq 10 \text{ (km/h)}$	Bueno
		$180 \leq CCR_i - CCR_{i+1} \leq 360 \text{ g/km}$	$10 \leq IC_{II} \leq 20 \text{ (km/h)}$	Regular
		$ CCR_i - CCR_{i+1} > 360 \text{ g/km}$	$IC_{II} > 20 \text{ (km/h)}$	Malo
III	Curvas Simples	$CCR_i \leq 180 \text{ g/km}$	$IC_{III} > + 0,01$	Bueno
		$180 \leq CCR_i \leq 360 \text{ g/km}$	$-0,04 < IC_{III} < + 0,01$	Regular
		$CCR_i > 360 \text{ g/km}$	$IC_{III} < - 0,04$	Malo

“Posteriormente, en Lamm et al. (1991), desarrollaron la Figura 2.1 (adaptada) que se muestra a continuación, donde se relaciona la evaluación de la fricción lateral con la tasa de cambio de curvatura. Esta gráfica resulta de gran apoyo para evaluar la consistencia con respecto a la fricción lateral. Sin embargo, lo recomendable es que, en cada país o región se desarrollen modelos como este, conforme a las estadísticas de la región para poder obtener un resultado más cercano a la realidad.” (como citado en Casanova et al., 2022)

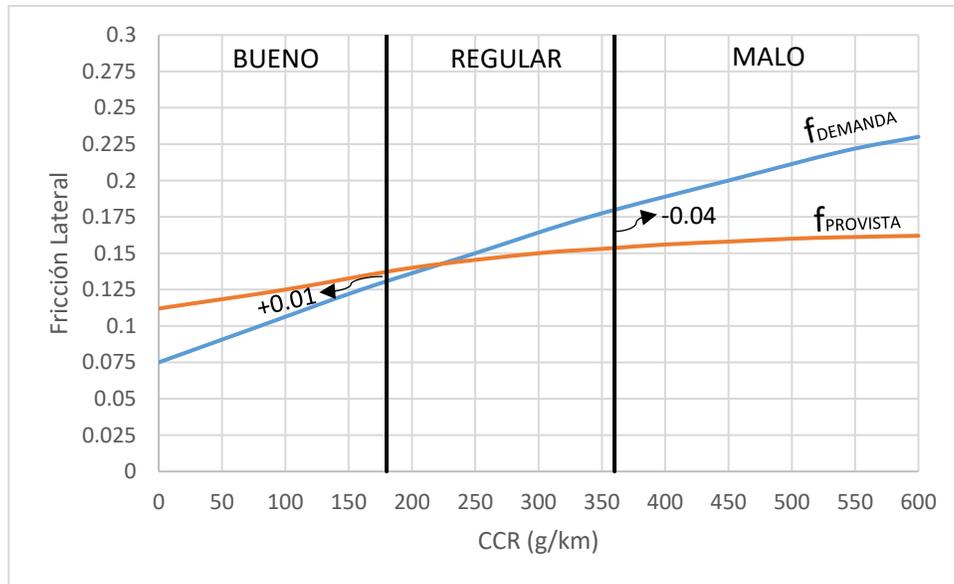


Figura 2.1. Variación de la fricción lateral en función de la CCR
Lamm et al. (1991).

“El método de Lamm y Choueiri (1987) (mostrado en la Tabla 2.2) es uno de los más usados, en donde la consistencia se mide como la diferencia entre la velocidad de proyecto y la velocidad de operación (V_{85}) en un punto dado de la vía, a pesar de sus años este método sigue vigente y ha sido empleado por diversos autores e instituciones (FHWA, 2004; Sánchez y Castro (2003) y Depestre et al., 2012). El método fue desarrollado a partir de que el cambio de velocidad máximo permitido está entre 10 km/h (de acuerdo al manual de diseño de carreteras alemán) y 20 km/h (derivado del manual de diseño de carreteras suizo), con ello Lamm y Choueiri (1987) decidieron que $V_{85} < 10$ km/h es un diseño consistente, entre 10 y 20 km/h regular y $V_{85} > 20$ km/h es un diseño inconsistente y se requiere un rediseño. Es importante mencionar que la V_{85} se considera constante a lo largo de la curva.” (como citado en Casanova et al., 2022)

Tabla 2.2. Clasificación de la consistencia del trazado.
Fuente: Lamm y Choueiri (1987) citado por Depestre et al. (2012)

Intervalo	Clasificación de la consistencia
Comparando con la velocidad de diseño (V_d)	
$V_{85} - V_d \leq 10$ km/h	Buena
10 km/h $< V_{85} - V_d \leq 20$ km/h	Regular
20 km/h $< V_{85} - V_d$	Mala

Continuación de la Tabla 2.2. Clasificación de la consistencia del trazado.

Intervalo	Clasificación de la consistencia
Comparando velocidad entre elementos consecutivos	
$\Delta V_{85} \leq 10$ km/h	Buena
10 km/h $> \Delta V_{85} \leq 20$ km/h	Regular
$\Delta V_{85} > 20$ km/h	Mala
V_{85} : velocidad de operación en un punto dado de la vía (km/h) V_d : velocidad de diseño (km/h) ΔV_{85} : diferencia de velocidad de operación entre dos elementos consecutivos (km/h)	

2.3.2 Criterios de evaluación de consistencia de Polus y Dagan (1987)

“El criterio de Polus y Dagan (1987), a pesar de que puede medir la consistencia mediante la diferencia de radios de curvatura, es poco usado debido a que las calificaciones de consistencia del trazado están basadas en el juicio experto.” (como citado en Casanova et al., 2022)

“Los autores plantean 5 principios específicos acerca de la consistencia en el diseño, las cuales se encuentran en orden (de mayor calificación de consistencia a menor calificación de consistencia).” (como citado en Casanova et al., 2022)

“1. Para carreteras que constan de curvas con radios iguales solamente, cuanto mayor es el radio de la curva, mayor es la consistencia.”

“2. Para carreteras con diferentes curvas, la consistencia es mayor cuando la similitud entre las curvas es mayor. Esto debido a que la consistencia es mayor cuando todos los radios son idénticos.”

“3. Las tangentes situadas entre curvas disminuyen la consistencia; por ejemplo, si tenemos un tramo de la carretera solo con curvas sucesivas, la consistencia será mayor que si lo comparamos con un tramo de carretera que tenga tangentes entre las curvas.”

“4. Cuando la carretera consta de curvas y tangentes, cuanto más largas son las tangentes, menor es la consistencia.”

“5. La consistencia es menor cuando las curvas aparecen en pares de radios iguales, en lugar de radios que se alternan sucesivamente.”

2.3.3) Criterios de evaluación de consistencia de Polus y Mattar-Habib (2004)

“El método de Polus y Mattar-Habib (2004) está basado en la Ecuación 2 que se muestra a continuación:” (como citado en Casanova *et al.*, 2022)

$$C = A * e^{-B*[Ra*(\frac{\sigma}{3.6})]} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Donde:

C = consistencia en el diseño

Ra = área relativa delimitada entre el perfil de velocidad y la velocidad media ponderada (m/s)

σ = Desviación estándar de las velocidades de operación a lo largo del segmento de la carretera (km/h)

A, B = Constantes

Para calibrar las dos constantes fue necesario determinar dos valores de consistencia "conocidos". La asignación de valores preliminares de 10 y 1 para A y B , respectivamente, y los análisis de sensibilidad posteriores, mostraron que C era mayor que 2 en un diseño consistente, pero menor que 1 en un diseño inconsistente. Los valores de C entre 1 y 2 eran típicos de un diseño promedio aceptable. A su vez, el análisis de los valores de las medidas de Ra y σ puede proporcionar una estimación inicial de la calidad de consistencia del diseño, todo esto se muestra en manera de resumen en la Tabla 2.3.

Las constantes A y B están calibradas para carreteras con valores de consistencia previamente conocidos, por lo cual representan sólo casos particulares.

Tabla 2.3. Variables para la determinación de la consistencia de la calidad de diseño, por medidas individuales.
Fuente: Polus y Mattar-Habib (2004).

Medida de consistencia	Calidad de consistencia en el diseño		
	Bueno	Aceptable	Pobre
Área Relativa (Ra)	$Ra \leq 1$ (m/s)	$1 < Ra \leq 2$ (m/s)	$Ra > 2$ (m/s)
Desviación estándar (σ)	$\sigma \leq 5$ (km/h)	$5 < \sigma \leq 10$ (km/h)	$\sigma > 10$ (km/h)
Índice de consistencia (C)	$C > 2$ (m/s)	$1 < C \leq 2$ (m/s)	$C \leq 1$ (m/s)

2.3.3 Criterios de velocidad de aproximación a curvas horizontales

“Fitzpatrick et al. (2000) desarrollaron dos criterios para evaluar la consistencia de curvas horizontales con base en la deceleración desde la tangente de entrada hasta llegar a la curva circular, y la aceleración del vehículo a la salida de la curva. Dichos criterios son mostrados a continuación, véase Tabla 2.4.” (como citado en Casanova et al., 2022)

Tabla 2.4. Criterios de consistencia de Fitzpatrick et al. (2000).

Deceleración (m/s ²)	Calificación del diseño	Aceleración (m/s ²)
$1 \leq D \leq 1.48$	Bueno	$0.54 \leq A \leq 0.89$
$1.48 < D \leq 2.0$	Aceptable	$0.89 < A \leq 1.25$
$D > 2.0$	Pobre	$A > 1.25$

2.4 EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE CURVAS HORIZONTALES

Para la evaluación de la consistencia de las curvas horizontales, Lamm et al. (1999) desarrollaron un algoritmo (Figura 2.2) en donde, dependiendo de la condición que aplique, el algoritmo arrojará que velocidades de operación se van a comparar. El valor resultado de la resta de estas dos velocidades nos dirá el nivel de consistencia dependiendo del intervalo en que se encuentre de la Tabla 2.6.

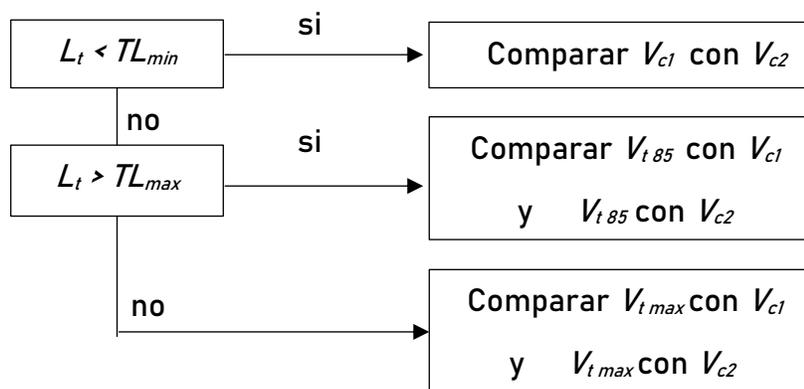


Figura 2.2. Algoritmo para la evaluación de la consistencia.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Las variables que se presentan en la Figura 2.2, se describen en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Variables del algoritmo de Lamm et al. (1999) para la evaluación de la consistencia.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Variable	Descripción	Ecuación
V_{c1}	Velocidad de operación en curva 1	Modelo de predicción de velocidad
V_{c2}	Velocidad de operación en curva 2	Modelo de predicción de velocidad
L_t	Longitud de tangente entre dos curvas	Medido en sitio, planos, entre otros
V_{t85}	Velocidad en tangente	Modelo de predicción de velocidad
TL_{min}	Longitud tangente necesaria para que un vehículo pase de una velocidad inicial (VC1) a una velocidad final (VC2)	$TL_{min} = \left \frac{V_{c1}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * a} \right $
TL_{max}	Longitud tangente necesaria para que un vehículo acelere desde una velocidad inicial (VC1) a una velocidad deseada (Vt 85) y desacelere a una velocidad final (VC2)	$TL_{max} = \left \frac{V_{c1}^2 - V_{t85}^2}{25.92 * a} \right + \left \frac{V_{t85}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * d} \right $
V_{tmax}	Velocidad máxima alcanzada cuando la longitud de la tangente no permite que el automovilista alcance la velocidad deseada.	$V_{tmax} = \sqrt{\frac{V_{c1}^2 + V_{c2}^2 + 25.92 * a * L_t}{2}}$

Tabla 2.6. Nivel de consistencia de curvas horizontales.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Diferencial de la velocidad ΔV_{85} (km/h)	Nivel de consistencia
< 10	Buena
10 – 20	Aceptable
> 20	Mala

3. VELOCIDAD DE OPERACIÓN V_{85} Y PROYECTO

3.1 VELOCIDAD DE PROYECTO

La definición original de la velocidad de proyecto (acuñada en 1938, de acuerdo a la AASHO, 1940) era "La velocidad máxima aproximadamente uniforme que probablemente será adoptada por el grupo de conductores más rápidos, pero no necesariamente, por el pequeño porcentaje de los imprudentes". El concepto se introdujo para poder seleccionar una velocidad adecuada, basada en los deseos razonables de la mayoría de los conductores, y luego todas las características de la geometría de la carretera diseñadas para adaptarse a esa velocidad.

Con el paso del tiempo se fue modificando la definición, en México la definición que proporciona la actual Normativa de Proyecto Geométrico de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT, 2018) es; la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo, así como también las distancias de visibilidad de parada, rebasamiento o de encuentro. Se fija de acuerdo al tipo de camino a proyectar y de los niveles de servicio que se proporcionarán, entre otros elementos.

3.2 VELOCIDAD DE OPERACIÓN V_{85}

Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de un camino, bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y atmosféricas favorables (SCT, 2018). Por su parte, Krammes *et al.* (1996) lo definen como la velocidad a la que se observa a los conductores operando sus vehículos, también mencionan que el percentil 85 (V_{85}) de una muestra de velocidades observadas es la estadística descriptiva más utilizada para la velocidad de operación asociada con una ubicación o característica geométrica en particular. Por tanto, la velocidad del percentil 85 (V_{85}) es la velocidad a la que el 85 por ciento de los conductores están operando sus vehículos.

Por su parte, Echaveguren *et al.* (2005) afirman que los conductores deciden la velocidad del vehículo en función de su aceptación del riesgo. Por esta razón, la velocidad de operación varía entre conductores y no es necesariamente igual a la velocidad de proyecto. Dado que la velocidad de funcionamiento varía de un conductor a otro, su valor es esencialmente aleatorio.

Alrededor del mundo se han desarrollado diversos modelos que tratan de estimar la velocidad de operación, por ejemplo: Jacob y Anjaneyulu (2013) desarrollaron modelos para predecir la velocidad y la reducción de velocidad de operación en secciones de tangentes y a la mitad de la curva para las diferentes clases de vehículos (automóviles, motocicletas, autobuses y camiones). Los datos obtenidos muestran que la diferencia de velocidad del percentil 85 era un 25 % mayor que la diferencia de las velocidades del percentil 85 de secciones tangentes a curvas.

Otro punto importante es la reducción máxima de la velocidad de operación (85MSR, 85th percentile Maximum Speed Reduction), la cual McFadden y Elefteriadou (2000) compararon con la diferencia en las velocidades del percentil 85 (85S), y se descubrieron que la 85MSR es significativamente mayor que 85S, por lo que estos autores junto con Castro *et al.* (2011) concluyeron que el uso de las velocidades del percentil 85 en los modelos de perfil de velocidad de operación para evaluar la consistencia del diseño subestima la cantidad de reducción de velocidad experimentada por los conductores individuales.

Por otra parte, Depestre *et al.* (2012) evidenciaron que existe una gran cantidad de lugares evaluados como “malos” por la diferencia de velocidad de operación y de proyecto, lo que está motivado por límites máximos de velocidad establecidos que responden a las posibilidades técnicas de los vehículos que transitan y no de las características geométricas de los tramos analizados.

A diferencia de los otros autores, Stamatiadis *et al.* (2010) llegaron a la conclusión que el tipo y la densidad de vegetación junto con el tipo de barrera tienen el potencial de influir en las velocidades de operación del conductor.

García *et al.* (2017) concluyeron que la desaceleración al acercarse a una curva horizontal no es constante y depende de la inversa del radio de la curva, del mismo modo, la aceleración no es constante y comienza antes de salir de la curva horizontal. Dicha aceleración depende de la raíz cuadrada inversa del radio de curvatura.

Un concepto poco usado es la “distancia de maniobra” que según Echaveguren y Larenas (2017) es la longitud a lo largo de la cual los conductores realizan el proceso de adaptación de la velocidad antes de ingresar a una curva horizontal, en otras palabras, se podría decir que es la longitud mínima de la tangente de entrada de una curva horizontal. Los valores de distancia de maniobra identificados en la literatura varían entre 40 y 462,6 m. En ese sentido, estos autores lograron desarrollar un modelo que estima la distancia de maniobra mediante el ángulo de deflexión de la curva horizontal y la velocidad en la tangente de entrada.

En palabras de Echaveguren (2012), un aspecto relevante para el análisis de consistencia es el perfil de velocidad de operación. La velocidad de operación es una medida directa de la respuesta del conductor al ambiente de conducción y especialmente a la geometría del trazado. Por esta razón, la mayoría de los estudios de consistencia se abocan a elaborar relaciones velocidad-geometría, algunas expresiones desarrolladas en otros países para la estimación de la velocidad de operación en curvas horizontales se pueden ver en la Tabla 3.1, donde se observa que la gran mayoría de los modelos utilizan solamente un variable con la cual logran estimar la velocidad de operación en curvas horizontales.

Tabla 3.1. Expresiones para estimar la velocidad de operación.

Fuente: Elaboración propia a partir los autores; Misaghi y Hassan (2005), Castro et al. (2011) y Depestre et al. (2012).

Año	Autor (es)	Expresión	País
1954	Taragin	$V_{85} = 88.87-2554.76/R$	E.U.A.
1987	Lamm y Choveiri	$V_{85} = 95.77-0.076CCR$ $V_{85} = 96.15-(2803.7/R)$	E.U.A.
1990	Lamm <i>et al.</i>	$V_{85} = 94.398-3188.656/R$	E.U.A.
1990	Kanellaidis <i>et al.</i>	$V_{85} = 129.88-623.1/(\sqrt{R})$	Grecia
1994	Morrall y Talarico	$V_{85} = \exp(4.561-0.0058GC)$	Canadá
1999	Pasetti y Fambro	$V_{85} = 103.9-(3020.5/R)$	E.U.A.
2000	Ottesen y Krammes	$V_{85} = 102.44-1.57GC+0.012Lc-0.01GC*Lc$	E.U.A.
2000	McFadden y Elefteriadou	$V_{85reduc} = -14.90+0.144*V_{85@PC200}+0.0153*Lr-(954.55/R)$ $V_{85reduc} = -0.812+0.017*Lr+(998.19/R)$	E.U.A.
2001	Gibreel <i>et al.</i>	$V_{85} = 102.2 - 0.10\Delta$	Canadá
2005	Misaghi y Hassan	$V_{85} = 91.85 + 9.81 \times 10^{-3}R$ $V_{85} = 94.30 + 8.67 \times 10^{-6}R^2$	E.U.A.
2007	Nie y Hassan	$V_{85} = 108.357-0.097CCR$	Canadá
2008	Castro <i>et al.</i>	$V_{85} = 120.16 - 5596.72/R$	España
2011	Castro <i>et al.</i>	$V_{85} = 91.1323+0.0328341*Lc-0.481729*\Delta$	Colombia
<p>Δ: ángulo total girado o de deflexión (°) e: peralte o sobreelevación (m/m) R: Radio (m) Gc: Grado de curva</p>		<p>V_{85}: Velocidad de operación en un punto (km/h) $V_{85@PC200}$: velocidad de operación a 200 m del punto de comienzo de la curva (km/h) CCR: Tasa de cambio de curva Lc: Longitud de la curva (m) Lr: longitud de la curva circular (m) VAT: Velocidad a la entrada de la curva (km/h)</p>	

4. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A continuación, se presentan las características geométricas principales del alineamiento horizontal que serán abordadas en este trabajo.

4.1 Alineamiento horizontal

De acuerdo a Alonzo y Rodríguez (2005), García (2005) y la SCT (2018) el alineamiento horizontal corresponde a la planta del eje de la carretera, es decir, la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que lo integran son: Tangentes y curvas, un ejemplo de esto se puede observar en la Figura 4.1.

4.2 Tangente

La SCT (2018) menciona que se llama tangente horizontal a la recta que une dos curvas horizontales consecutivas; principia al final de la curva y termina al empezar la siguiente curva. Se caracterizan por su dirección y longitud. La dirección está determinada por el azimut o ángulo, medido hacia la derecha en grados, entre una línea imaginaria norte-sur que pasa al principio de la tangente y la tangente misma.

Findley *et al.* (2012) estudiaron la influencia del tramo de carretera anterior a la curva en términos de consideraciones espaciales (distancia a las curvas adyacentes, dirección de giro de las curvas adyacentes y radio y longitud de las curvas adyacentes) sobre el riesgo de choque en las curvas horizontales. Como resultado, se descubrió que las distancias a las curvas adyacentes eran un predictor confiable de las colisiones observadas.

4.3 Curvas

Las curvas horizontales, de acuerdo a la SCT (2018), están definidas como aquellas curvas que unen tangentes consecutivas del alineamiento horizontal. Sirven para que los vehículos cambien de dirección, de manera que la fuerza

centrífuga a que está sujeto sea constante. Por esta razón su forma es circular y pueden ser simples o compuestas y con o sin curvas espirales de transición.

Echaveguren y Díaz (2016) concluyeron que la adaptación de la velocidad ocurre en la tangente de entrada, y que por lo tanto es al principio de la curva donde se perciben los mayores efectos de la curvatura.

Nos indica Gooch *et al.* (2016) que se espera que las frecuencias de los choques disminuyan cuando las curvas adyacentes estén cerca y la magnitud de la reducción de la frecuencia de choques aumenta con la abertura de las curvas adyacentes. En este sentido, Hauer (1999) afirma que el número de accidentes de tráfico aumenta a medida que disminuye el radio de la curva horizontal.

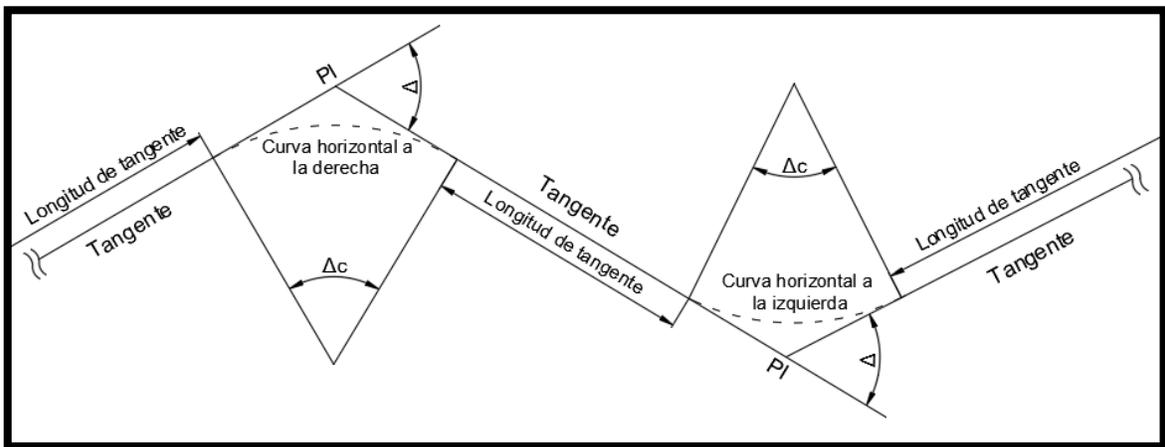


Figura 4.1. Ejemplo de alineamiento horizontal.

4.3.1 Curvas circulares simples

SCT (2018) menciona que son aquellas que unen dos tangentes con un arco de círculo de radio constante (Figura 4.2), y se definen por su radio y por la deflexión entre las tangentes que une.

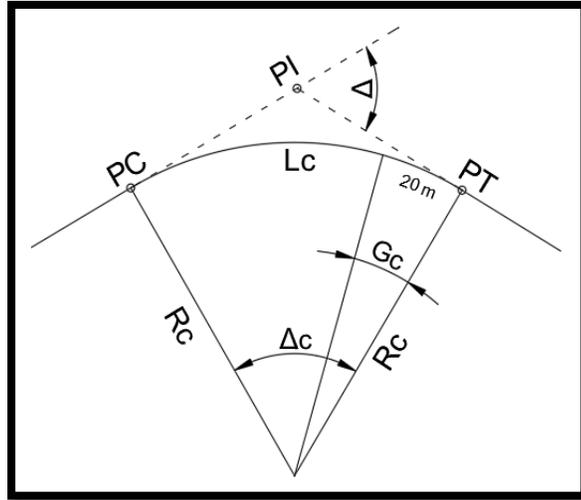


Figura 4.2. Algunos elementos de una curva circular simple.

A continuación, se describen los elementos de una curva simple (Figura 4.2) que serán de utilidad en el presente trabajo de investigación.

4.3.2 Grado de curvatura

La SCT (2018) dice que es el ángulo que subtiende un arco circular de radio R_C (Radio de la Curva circular) de veinte metros de longitud. Se representa como G_C y se calcula de acuerdo a la Ecuación 4.1:

$$G_C = \frac{1145.92}{R_C} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Es importante mencionar que de acuerdo a Al-Masaeid *et al.* (1995) la reducción de la velocidad de operación se ve muy afectada por el grado de curvatura y que, considerando todos los tipos de vehículos, se puede lograr un buen diseño consistente si el grado de curva es menor a 4.24 grados.

Se ha demostrado que si se ubica una curva cerrada en un segmento de carretera con una curvatura promedio baja, el riesgo de choque aumenta significativamente (Matthews y Barnes, 1988, citado por Llopis-Castelló *et al.*, 2018).

4.3.3 Ángulo de deflexión

De acuerdo a García (2005) es el ángulo formado por una tangente a la curva y una cuerda de 20 metros que parten del mismo punto, y este ángulo es igual a la mitad del grado de la curva. Se representa como Δ .

Nos recomiendan Al-Masaeid *et al.* (1995) evitar grandes ángulos de deflexión, ya que estos están asociados con curvas horizontales pronunciadas sin suficiente distancia de visibilidad.

4.3.4 Longitud de curva horizontal

Alonzo y Rodríguez (2005) mencionan que es la longitud del arco entre el *PC* y el *PT*. Se le representa como *LC* y se calcula con la Ecuación 4.2:

$$L_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_G} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Otros conceptos de interés, definidos por Alonzo y Rodríguez (2005), son: **Punto Comienzo de curva (PC)**, es el inicio de la curva circular simple. **Punto Término de curva (PT)**, es el final de la curva circular simple. **Punto de Intersección de tangentes (PI)**, es el punto de intersección de la prolongación de las tangentes. **Ángulo central (Δ_c)**, es el ángulo subtendido por la curva circular.

4.3.5 Curvas circulares con espirales de transición

Guerrero (2017) dice que son aquellas que permiten una transición gradual de una tangente a la curvatura completa de una curva circular. La curva espiral comienza muy suave, con un radio infinito, e incrementa su curvatura conforme se aproxima a la curva circular. Cuando se alcanza la curva circular, la curva espiral tendrá el mismo radio de curvatura que el de la curva circular. Un ejemplo de este tipo de curva se puede observar en la Figura 4.3.

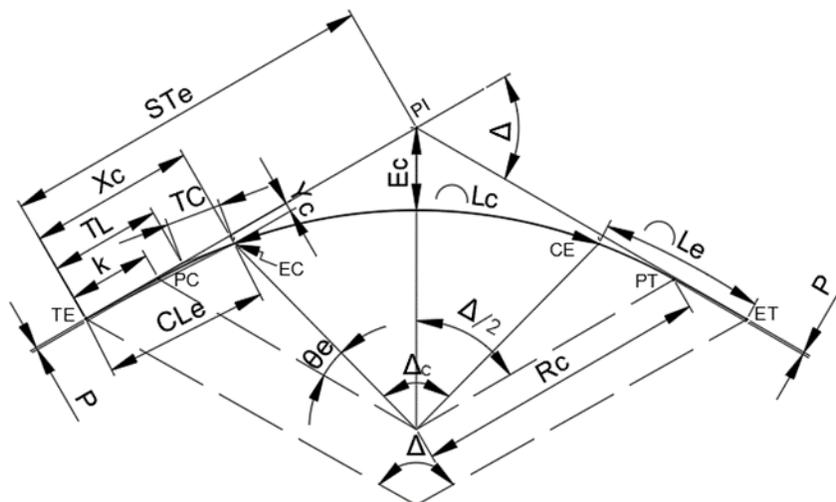


Figura 4.3. Curva circular con espiral de transición.
 Fuente: Elaboración propia tomando como base a SCT (2018).

Donde:

- TE = Punto inicial de la espiral de entrada (Tangente a Espiral)
- Le = Longitud de la curva espiral
- Lc = Longitud de la curva circular
- EC = Punto final de la espiral de entrada e inicio de la curva circular (Espiral a Circular)
- CE = Punto final de la curva circular e inicio de la espiral de salida (Circular a Espiral)
- ET = Punto final de la espiral de salida (Espiral a Tangente)
- PI = Punto de inflexión de la curva
- STe = Distancia, medida sobre la extensión de la tangente, entre TE y PI , así como entre PI y ET
- Rc = Radio de la curva circular
- Δ = Deflexión entre tangentes
- Δ_c = Ángulo de la curva circular
- θ_e = Deflexión de la espiral

A continuación, se presenta la Tabla 4.1, donde se muestran las ecuaciones empleadas para el cálculo de los elementos de una curva circular con espiral de transición.

Tabla 4.1. Ecuaciones para el cálculo de los elementos de la curva circular con espiral de transición.
Fuente: SCT (2018).

Medidas angulares	
$\theta e = \frac{Le}{2Rc}$	$\Delta c = \Delta - 2\theta e$
Coordenadas EC Y PC	
$Xc = \frac{Le}{100}(100 - 0.00305 \theta e^2)$	$Yc = \frac{Le}{100}(0.582 \theta - 0.00001265 \theta e^3)$
$k = Xc - Rc * \text{sen}(\theta e)$	$p = Yc - Rc * (1 - \text{cos}(\theta e))$
Medidas lineales	
$STe = k + (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2}$	$CLe = (Xc + Yc)^{0.5}$
$TL = Xc - Yc * \cot(\theta e)$	$Ec = (Rc + p) \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - Rc$
$TC = Yc * \text{csc}(\theta e)$	$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$
$LT = Le + \frac{20\Delta}{Gc}$	

5. REGRESIÓN LINEAL

Muchos problemas de ingeniería y ciencia implican explorar las relaciones entre dos o más variables. El análisis de regresión es una técnica estadística muy útil para este tipo de problemas (Montgomery y Runger, 2010). En ese sentido, en palabras de Peláez (2016) el objetivo principal de construir un modelo de regresión puede ser, por ejemplo, evaluar cómo afecta el cambio en unas características determinadas (variables independientes) sobre otra característica en concreto (variable dependiente), denominado *modelo con fines explicativos*; o también nuestro objetivo podría ser intentar estimar o aproximar el valor de una característica (variable dependiente) en función de los valores que pueden tomar en conjunto otra serie de características (variables independientes), denominado entonces *modelo con fines predictivos*.

Nos dicen los investigadores Depestre *et al.* (2012) que los modelos de velocidad de operación se obtienen mediante la aplicación de técnicas de regresión y que los que mejor se ajustan son los modelos lineales. En la misma línea, Medina y Tarko (2004) mencionan que la mayoría de los modelos de predicción de velocidad existentes tienen la forma que se muestra en la Ecuación 5.1 (modelo lineal generalizado):

$$V_i = \sum_k \beta_k X_{ik} + \epsilon \quad \text{Ecuación 5.1}$$

Donde:

V_i = es la media o una velocidad percentil específica en el sitio i

X_{ik} = es el valor de la variable exógena k en el sitio i

ϵ = es el término del error normalmente distribuido

β_k = coeficiente de regresión asociado a la variable k

Con base en lo mencionado anteriormente por los autores Depestre *et al.* (2012) y Medina y Tarko (2004) tomaremos como base para el desarrollo del modelo de velocidad de operación al modelo lineal generalizado.

Para comprobar la eficacia del modelo, una de las variables de salida es el coeficiente de determinación. En ese sentido, Pérez *et. al.* (2011) encontraron que la gran mayoría de los modelos de estimación de velocidad de operación en curvas horizontales presentan un coeficiente de determinación de entre 0.6 - 0.9 pero ninguno por debajo de 0.5. En la misma línea, Radimsky (2015), proporciona una escala de coeficiente de correlación, la cual se muestra en la Tabla 5.1.

*Tabla 5.1. Escala de coeficientes de correlación
Fuente: Radimsky (2015)*

Coeficiente de correlación	Nivel de correlación
$R = 0$	Ninguna
$R < 0.2$	Débil
$0.2 \leq R \leq 0.4$	Baja
$0.4 \leq R \leq 0.7$	Moderada
$0.7 \leq R \leq 0.9$	Alta
$0.9 \leq R$	Muy alta
$R = 1$	Perfecta

6. METODOLOGÍA

6.1 ESQUEMA METODOLÓGICO

Con la finalidad de llevar a cabo correctamente el trabajo de investigación, se ha planteado el esquema metodológico mostrado en la Figura 6.1, el cual inicia con la selección de curvas, pasando por la medición de velocidades, continuando con el desarrollo del modelo hasta finalizar con la evaluación de la consistencia de curvas. Cada punto mostrado en dicho esquema será explicado en los siguientes subcapítulos.

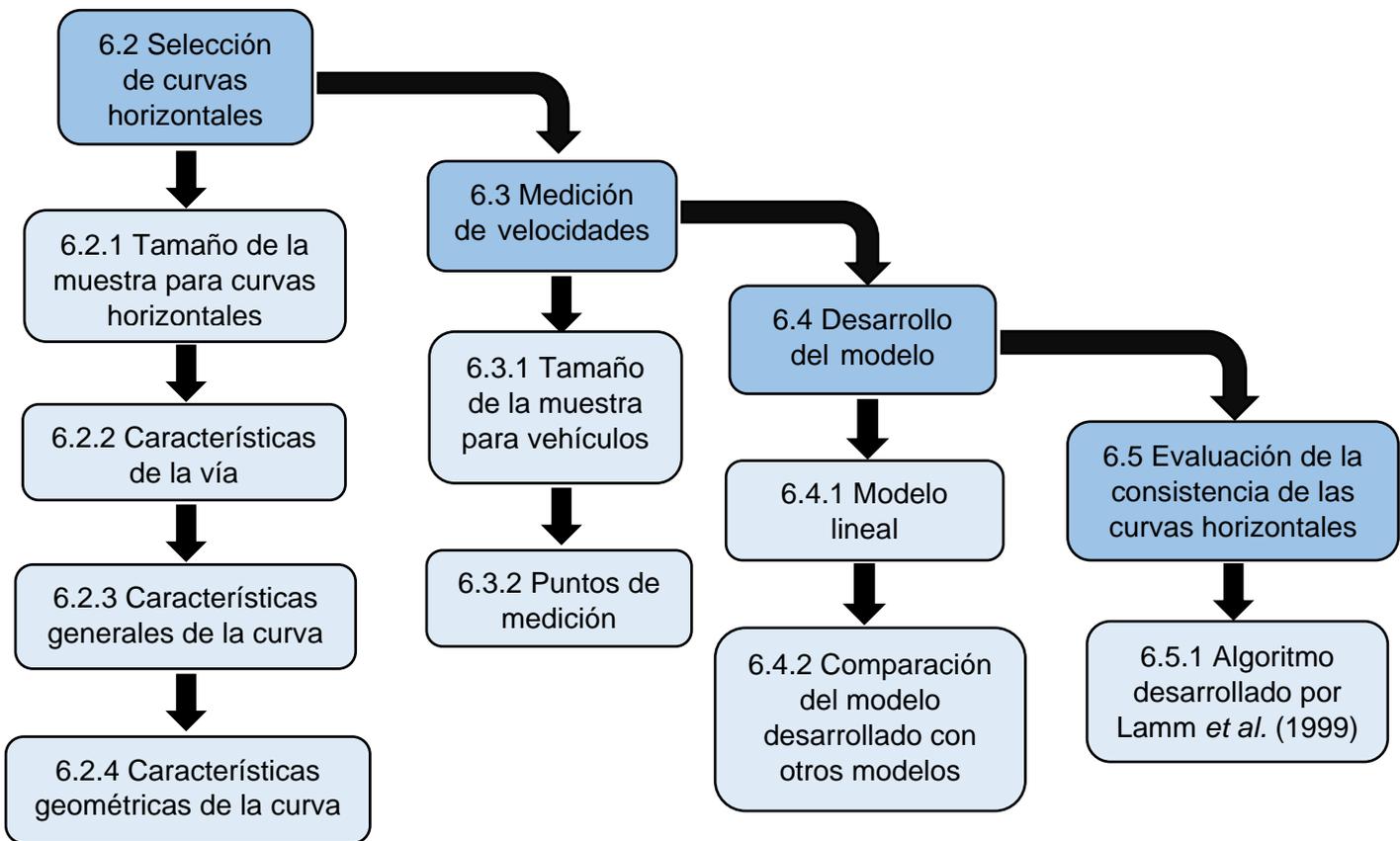


Figura 6.1. Esquema Metodológico

6.2 SELECCIÓN DE CURVAS HORIZONTALES

En esta primera sección de la metodología planteada se seleccionarán las curvas horizontales cuyas características geométricas junto con la toma de velocidades de operación serán necesarias para el desarrollo del modelo de

predicción de velocidad. Las carreteras de donde se tomarán las curvas deben de cumplir con las características planteadas en la sección de “JUSTIFICACIÓN” de este trabajo.

6.2.1 Tamaño de la muestra para curvas horizontales

“Primeramente, debemos conocer el tamaño de la muestra de curvas horizontales, éste se obtuvo mediante la ecuación de Aguilar (2005), la cual se muestra en la Ecuación 6.1, para cuando no conocemos el tamaño de la población (población infinita o cuando desconocemos el total de unidades de observación que la integran).” (Como citado en Casanova *et al.*, 2021)

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2} \quad \text{Ecuación 6.1}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

Z = constante correspondiente para el nivel de confianza deseado (Aguilar (2005) menciona que para un nivel de confianza de 90 %, se usa una constante de 1.645)

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia (Torres *et al.* (2006) mencionan que cuando desconocemos esta proporción se puede utilizar 0.5 para maximizar el tamaño muestral)

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1- p)

d = nivel de precisión absoluta (para un nivel de confianza de 90 % Aguilar (2005) menciona que se tiene un valor de 0.1)

$$n = \frac{1.645^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.1^2} = 67.65 \approx 68 \text{ curvas horizontales}$$

6.2.2 Características de la vía

El segundo punto fue conocer las características generales de las carreteras para saber si cumplían o no con las planteadas en un inicio. Para ello, se utilizó el

“Visualizador Geocartográfico” de la Red Nacional de Caminos (RNC) en este visualizador podemos observar toda la red de caminos del país, desde las carreteras rurales hasta las federales y de todas ellas nos proporciona diversas características generales como; el ancho de calzada, el número de carriles por sentido, la velocidad máxima restringida, código/clave de la carretera, entre otros, con lo cual revisando la Normativa de Proyecto Geométrico de Carreteras ya teníamos una idea de a qué tipo de carretera pertenecía. En la Figura 6.2 se puede ver un ejemplo de cómo nos muestra la red vial en el visualizador, en la Figura está seleccionada la carretera Celaya-Dolores Hidalgo en el Estado de Guanajuato, una de las carreteras que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

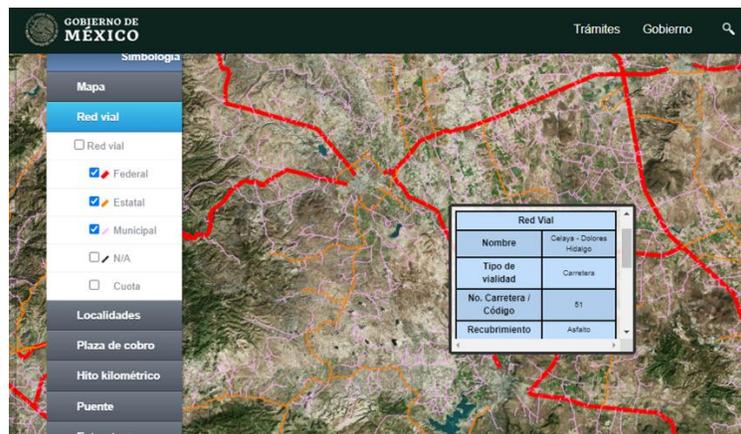


Figura 6.2. Visualizador Geocartográfico” de la Red Nacional de Caminos (RNC)

Para corroborar la clasificación de la carretera, la Cámara Nacional del Autotransporte de Carga de México (CANACAR, 2019) tiene un buscador en su página oficial, en donde se introduce el nombre de la carretera y rápidamente te dice a qué clasificación pertenece, es decir, si es carretera tipo A, B, C, entre otros.

6.2.3 Características generales de la curva

Una vez que conocemos que carreteras cumplen con los requisitos planteados, ahora podemos conocer que curvas son aptas para ser seleccionadas. Mediante la aplicación de *Google Earth* rápidamente podemos medir las distancias entre curva-curva, curva-intersección o las que se encuentran muy cercanas a la ciudad y de esa manera podemos descartar las curvas que no serán de utilidad.

Las curvas fueron seleccionadas con base en las características establecidas en los objetivos de esta investigación. Inicialmente se pretendía que todas las curvas estudiadas pertenecieran al estado de Querétaro, esto por la cercanía con el lugar de residencia de los investigadores, de este modo sería más económico moverse en el Estado. Sin embargo, en el estado de Querétaro no se encontraron las carreteras suficientes de tipo A2 y B2. Por tal motivo, se buscaron carreteras de este tipo en los estados más cercanos, estos fueron Guanajuato y San Luis Potosí. Donde sí se encontraron las carreteras que buscábamos y las cuales se encontraban relativamente cercanas al estado de Querétaro.

Es de gran importancia mencionar que, debido a la alta inseguridad que se vive en la región, se presentaron algunas cuestiones que pusieron en riesgo la integridad de los investigadores y, junto con las restricciones sanitarias debido a la pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19) imposibilitaron cumplir con la obtención del total de los datos.

por tal motivo, al estar en riesgo la integridad de los investigadores se decidió parar con la obtención de los datos. Analizando solo 62 curvas de un total de 68.

Con la finalidad de conocer el nivel de confianza alcanzado con el número real de curvas estudiadas, se utilizó nuevamente la ecuación 6.1. Y mediante el despeje de la variable z se obtuvo el nivel de confianza de 87.75 %.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2}$$

$$62 = \frac{z^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.1^2} = 25z^2 \rightarrow 2.48 = z^2 \rightarrow Z = 1.575$$

Nivel de confianza = 87.75 %

En la Figura 6.3, se pueden observar todas las curvas seleccionadas, de las cuales el 80.64 % de las curvas seleccionadas se encuentra en el Estado de Guanajuato, mientras que el 17.74 % pertenece al Estado de Querétaro y finalmente el 1.61 % en el Estado de San Luis Potosí.

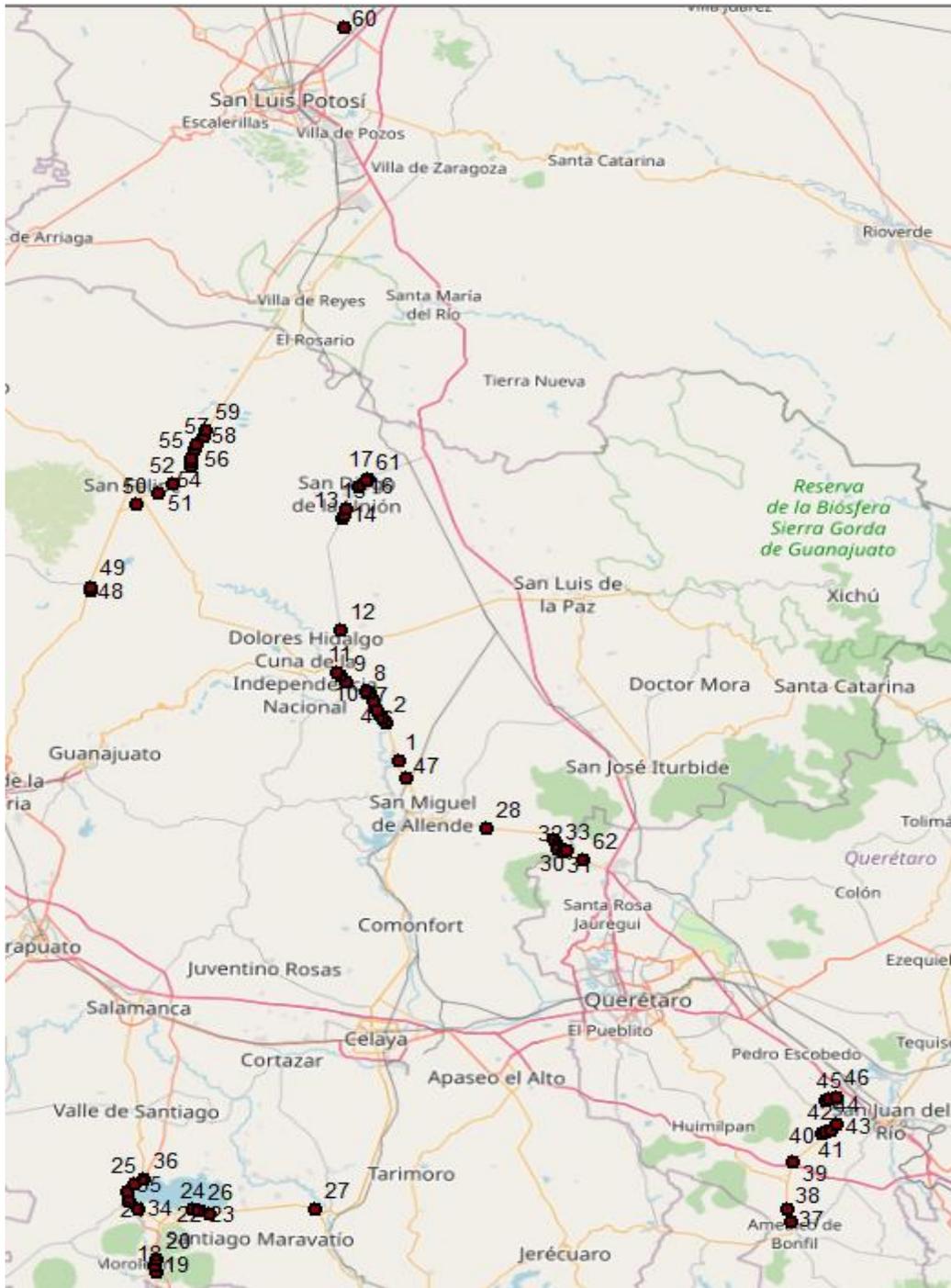


Figura 6.3. Curvas horizontales seleccionadas.

En la aplicación de *Google Earth* se trazó una polilínea en el centro de cada curva, y dos líneas tangentes que forman el ángulo de deflexión (Como se muestra

en la Figura 6.4. Realizado esto en cada curva, se exportaron todos los datos a la aplicación de *Global Mapper 20*, en donde se pudo georreferenciar (a coordenadas UTM) y a su vez, convertir el archivo a formato DWG, para posteriormente abrirlo en la aplicación de *AutoCAD*.



Figura 6.4. Trazo de polilínea en el centro de la curva y de dos líneas tangentes.

6.2.4 Características geométricas de la curva

Una vez que tenemos el archivo DWG se hizo uso de la aplicación de AutoCAD. Como las polilíneas anteriormente trazadas ya se encontraban georreferenciadas, fácilmente se podía obtener sus propiedades y saber la longitud de la curva, para el ángulo de deflexión bastó con acotar angularmente las dos líneas tangentes que se trazaron en *Google Earth*. Finalmente, para conocer el radio de curvatura lo que se hizo fue trazar un arco sobre el ya marcado por la curva en *Google Earth* y de esta manera conocer el radio de curvatura, un ejemplo de esto se puede observar en la Figura 6.5.

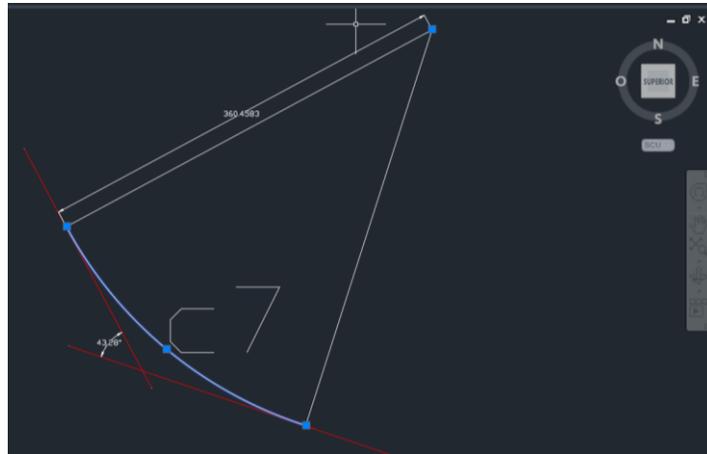


Figura 6.5. Características geométricas de la curva C7.

Una vez elaborado el mismo procedimiento para el resto de curvas encontradas se obtuvo la Tabla 6.1 la cual muestra las características de interés para el desarrollo del modelo de estimación de velocidad de operación, como dato extra se presenta la latitud y longitud (coordenadas geográficas) para conocer la ubicación exacta de las curvas horizontales.

Tabla 6.1. Características de las curvas horizontales de estudio.

Número de curva	Radio de Curvatura	Grado de curvatura	Longitud de curvatura	Ángulo de deflexión	Latitud	Longitud
1	436.54	2.62	360.03	47.26	21° 0'20.00"N	100°47'5.00"O
2	792.03	1.45	343.00	24.8	21° 4'14.05"N	100°48'13.79"O
3	1138.97	1.01	185.95	9.62	21° 4'41.46"N	100°48'39.67"O
4	1402.50	0.82	238.24	9.72	21° 5'15.20"N	100°48'58.51"O
5	1706.02	0.67	302.50	10.16	21° 5'35.34"N	100°49'5.77"O
6	2672.70	0.43	160.00	3.43	21° 6'27.58"N	100°49'33.78"O
7	319.02	3.59	191.79	34.67	21° 7'23.40"N	100°49'57.57"O
8	425.84	2.69	88.44	10.08	21° 7'34.22"N	100°50'13.52"O
9	360.46	3.18	276.72	43.28	21° 8'24.31"N	100°52'10.36"O
10	367.41	3.12	176.89	26.72	21° 9'12.10"N	100°52'39.56"O
11	575.72	1.99	343.96	34.23	21° 9'29.75"N	100°53'4.89"O
12	596.27	1.92	54.40	5.23	21°13'52.44"N	100°52'45.13"O
13	1437.29	0.80	115.48	4.6	21°25'34.13"N	100°52'42.71"O
14	1254.16	0.91	125.64	5.74	21°25'52.53"N	100°52'35.13"O
15	512.55	2.24	101.81	11.38	21°26'32.40"N	100°52'26.59"O
16	1046.65	1.09	209.36	11.46	21°28'54.10"N	100°51'11.21"O
17	457.08	2.51	391.66	49.08	21°29'43.94"N	100°50'24.31"O
18	1156.22	0.99	162.47	8.05	20° 6'44.92"N	101° 9'31.57"O
19	622.12	1.84	179.04	16.49	20° 7'20.26"N	101° 9'35.28"O
20	619.78	1.85	194.01	17.94	20° 8'3.17"N	101° 9'25.72"O

Continuidad de la Tabla 6.1. Características de las curvas horizontales de estudio.

Número de curva	Radio de Curvatura	Grado de curvatura	Longitud de curvatura	Ángulo de deflexión	Latitud	Longitud
21	344.52	3.33	152.72	25.08	20°15'1.75"N	101°12'18.42"O
22	313.66	3.65	140.91	26.57	20°12'50.59"N	101° 4'28.57"O
23	230.89	4.96	115.88	26.41	20°13'8.71"N	101° 5'24.70"O
24	183.48	6.25	150.99	47.11	20°13'22.62"N	101° 6'9.35"O
25	1173.43	0.98	177.30	8.66	20°15'51.81"N	101°11'39.44"O
26	203.31	5.64	148.31	41.8	20°13'13.43"N	101° 5'30.11"O
27	701.18	1.63	231.74	18.94	20°13'26.61"N	100°54'24.92"O
28	1223.69	0.94	118.77	5.56	20°53'19.98"N	100°38'27.72"O
29	811.47	1.41	184.17	13	20°52'19.42"N	100°32'8.53"O
30	1142.08	1.00	306.20	15.36	20°51'39.15"N	100°31'38.51"O
31	412.06	2.78	335.16	47.33	20°51'20.63"N	100°31'37.97"O
32	712.86	1.61	669.61	53.82	20°51'1.03"N	100°31'12.61"O
33	464.16	2.47	206.53	25.17	20°51'5.06"N	100°30'44.88"O
34	754.94	1.52	620.02	47.37	20°13'18.15"N	101°11'13.85"O
35	755.50	1.52	541.58	43	20°14'9.58"N	101°12'14.06"O
36	1805.78	0.63	466.88	20.44	20°16'23.30"N	101°10'48.88"O
37	1992.76	0.58	146.23	6.36	20°12'33.21"N	100° 9'6.26"O
38	1544.08	0.74	239.46	14.98	20°13'48.46"N	100° 9'27.59"O
39	570.52	2.01	242.31	27.09	20°18'50.19"N	100° 8'54.84"O
40	256.63	4.47	212.14	48.18	20°21'43.42"N	100° 6'7.31"O
41	1149.29	1.00	277.00	15.48	20°21'59.84"N	100° 5'45.96"O
42	403.96	2.84	225.70	32.01	20°22'8.17"N	100° 5'19.43"O
43	157.94	7.26	243.18	85.72	20°22'47.57"N	100° 4'41.99"O
44	284.77	4.02	282.11	57.55	20°25'8.99"N	100° 5'50.45"O
45	569.17	2.01	182.61	20.34	20°25'24.63"N	100° 5'31.05"O
46	339.43	3.38	208.41	44.21	20°25'37.05"N	100° 4'50.71"O
47	3391.04	0.34	203.97	9.36	20°58'36.76"N	100°46'21.43"O
48	377.32	3.04	269.45	44.22	21°17'44.96"N	101°16'51.33"O
49	533.58	2.15	137.22	19.61	21°18'5.02"N	101°16'48.69"O
50	686.07	1.67	300.32	26.5	21°26'46.73"N	101°12'32.53"O
51	1461.45	0.78	228.27	11.43	21°28'0.18"N	101°10'24.20"O
52	458.78	2.50	239.19	32.11	21°28'58.44"N	101° 9'1.93"O
53	3802.26	0.30	306.55	8.13	21°30'51.04"N	101° 7'41.56"O
54	632.10	1.81	168.45	15.56	21°31'14.90"N	101° 7'25.76"O
55	453.61	2.53	207.86	28.08	21°31'31.77"N	101° 7'21.94"O
56	1346.58	0.85	245.82	16.68	21°32'39.27"N	101° 6'57.97"O
57	1019.61	1.12	308.58	18.03	21°33'1.17"N	101° 6'54.41"O
58	928.22	1.23	281.40	19.3	21°33'55.25"N	101° 6'13.14"O
59	1726.68	0.66	251.03	12.53	21°34'32.95"N	101° 5'59.69"O
60	961.18	1.19	241.01	17.39	22°16'48.10"N	100°53'16.21"O
61	442.77	2.59	234.28	30.33	21°29'31.01"N	100°50'30.79"O
62	578.14	1.98	373.65	37.03	20°50'9.14"N	100°29'9.46"O

Donde: radio de curvatura y longitud de curvatura están en metros.

Nota: Las curvas 61 y 62 no se usaron para el desarrollo del modelo, solo serán usadas para validar el modelo desarrollado

6.3 MEDICIÓN DE VELOCIDADES

Conocidas las curvas horizontales que nos servirán para desarrollar el modelo de estimación de velocidad de operación, el siguiente paso es tomar mediciones de velocidades en campo en dichas curvas, para ello SEDESOL (2006) menciona que para la recolección de datos debemos tomar en cuenta que todas las medidas de velocidad deben ser aleatorias y representativas de las condiciones flujo libre en el flujo del tránsito, recomienda a su vez que para el muestreo debemos medir siempre el primer vehículo en un pelotón o columna de vehículos, ya que los vehículos que lo prosiguen pueden estar viajando a la misma velocidad del primer vehículo por no poder adelantarlos (rebasarlos).

Por su parte, Pérez *et al.* (2010) realizaron sus mediciones vehiculares en días de trabajo entre las 8:30 am y 2:00 pm bajo condiciones climatológicas secas. Se realizó a condiciones de flujo libre, con todos aquellos vehículos aislados con un tiempo mínimo entre vehículo y vehículo de cinco segundos. Similar a lo anterior Jacob y Anjaneyulu (2013) obtuvieron sus datos de velocidad durante el día, en horarios fuera de horas pico y de igual manera en condiciones climatológicas secas.

De esta manera se plantearon que para la toma de datos en campo se realice bajo condiciones climatológicas secas, durante el día, un tiempo mínimo entre vehículo y vehículo de 5 segundos (lo que respetaría las condiciones de flujo libre en el flujo del tránsito) y para evitar los pelotones o columnas de vehículos se deben tomar los datos evitando los horarios pico que comúnmente son de 7:00 a 9:00 am y de 1:00 a 3:00 pm.

La medición de la velocidad de operación de los vehículos se realizará mediante el uso de "Pistolas de velocidad" cuyo error son de 1 km/h (mostradas en la Figura 6.6), que de acuerdo a Cutnell y Johnson (2009) emite una onda electromagnética que se refleja en el automóvil que se aproxima. La onda reflejada regresa al aparato con una frecuencia (medida por el equipo) que es diferente de la frecuencia emitida, internamente el aparato calcula la velocidad del automóvil. Se puede decir que el operador no correrá ningún riesgo ya que éste se encuentra ubicado fuera de la carretera.



Figura 6.6. Pistolas de velocidad marca FALCON y SCOUT respectivamente

El equipo de seguridad básico a usar estará de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, para un supervisor de obra (ya que es el que más aplica para nuestro caso) está conformado por; Casco contra impacto, anteojos de protección, tapones auditivos, calzado contra impactos y chaleco reflejante. Sin embargo, debido a que las curvas horizontales se encuentran alejadas de construcciones de donde pueda caer algo (residuos, escombros, etc.) del techo, y como lo que necesitamos es que los conductores puedan vernos desde lejos y sepan que hay trabajadores cerca lo que se hizo fue cambiar de un casco contra impacto a una gorra con malla fosforescente. Véase Figura 6.7.



Figura 6.7. Equipo de Seguridad en la toma de mediciones

6.3.1 Tamaño de la muestra para vehículos

El cálculo de tamaño de la muestra de los vehículos a analizar se obtiene mediante la Ecuación 6.2, obtenida de SEDESOL (2006):

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2} \quad \text{Ecuación 6.2}$$

Donde:

N = tamaño de la muestra mínimo (número de vehículos)

S = desviación estándar estimada para el muestreo (km/h) (SEDESOL (2006) sugiere usar un valor de 8 km/h para cualquier tipo de carretera y área de tránsito)

K = constante correspondiente para el nivel de confianza deseado (SEDESOL (2006) menciona que para un nivel de confianza de 90 %, se usa una constante de 1.64)

E = error permitido en el estimado de la velocidad (km/h) (de acuerdo a Depestre *et al.* (2012) está permitido hasta 2.5 km/h)

U = constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada (en nuestro caso 85 percentil, y de acuerdo a SEDESOL (2006), para este percentil se utiliza un valor de constante de 1.04)

$$N = \frac{8^2 * 1.64^2 * (2 + 1.04^2)}{2 * 2.5^2} = 42.44 \approx 43 \text{ veh\u00edculos}$$

Debido a que los vehículos deben de medirse en ambos sentidos de circulación, el número de vehículos analizados será de 44 vehículos, 22 por cada sentido de circulación.

6.3.2 Puntos de medición

Los puntos donde se tomaron las velocidades en las curvas horizontales son: 60 metros antes del Punto Comienzo de curva (60 A PC), debido a que Jacob y Anjaneyulu (2013) encontraron que la velocidad de los vehículos era constante en la tangente de aproximación hasta una distancia de 60 m por delante Punto Comienzo de curva. Más allá de eso, se encontró que los vehículos deceleraron.

Por su parte, Sil et al. (2019) recomiendan estudiar el Punto Comienzo de curva (PC) y el Punto Termino de curva (PT). Finalmente, el Punto Medio (PM) ha sido ampliamente estudiado, se pueden observar algunos ejemplos de ello en la Tabla 3.1 (previamente mencionada), por tal motivo, se decidió también tomar mediciones en este punto. Todos los puntos de medición pueden verse en la Figura 6.8.

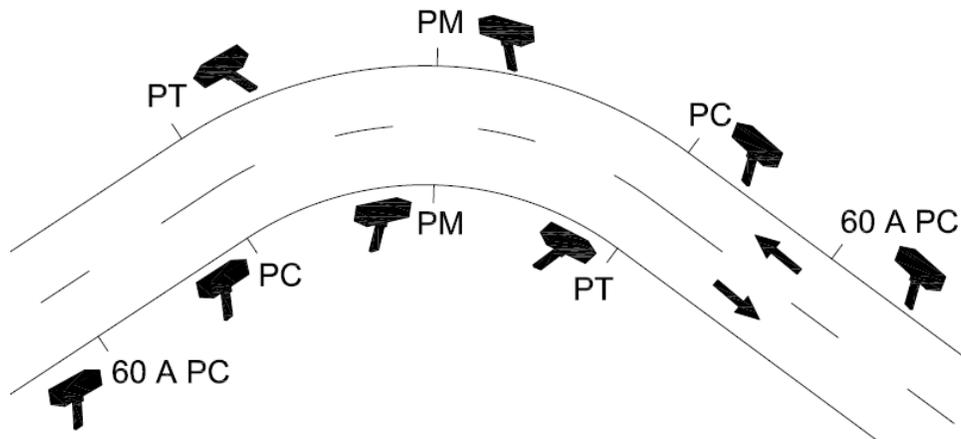


Figura 6.8. Ubicación de puntos en donde se tomaron datos de velocidades en cada curva horizontal

6.3.3 Obtención de velocidades en campo

Para la obtención de las velocidades en campo nos dirigimos a cada una de las curvas mostradas en la Tabla 6.1, en donde nos posicionamos un par de metros atrás o adelante de cada punto debido a que el aparato es incapaz de medir las velocidades lateralmente, tiene que ser frontalmente (véase ejemplo en la Figura 6.9). Además, la pistola de velocidad la manteníamos oculta a la vista de los conductores debido a que si el conductor sabe que está siendo observado podría afectar su velocidad, en algunas ocasiones nos volteábamos de la vista del conductor y cuando éste se acercaba al punto de medición nos girábamos y medíamos la velocidad. Esto con la finalidad de que el conductor no se percatara del aparato hasta que ya se encontrara en el punto y no pudiera hacer nada más.

Las ubicaciones de los puntos a tomar mediciones previamente se habían ubicado en cada curva (ej. Figura 6.9) y con el GPS de nuestro celular se ubicaban

en campo, además, se llevaba una cinta métrica de 30 metros de largo para corroborar la ubicación de cada punto.

En la toma de datos, los vehículos se clasificaron según el sentido de circulación en el que iban, ya sea en el sentido interno de la curva (peralte negativo) o en el sentido externo de la curva (peralte positivo).



Figura 6.9. Toma de velocidades metros antes de punto "PT"

Un ejemplo de los datos obtenidos en campo se presenta en la Tabla 6.2 donde se puede observar los datos aforados de la curva número 25 en el sentido interno de la curva. En esta curva, el límite de velocidad es de 80 km/h y, se puede apreciar como aproximadamente la mitad de las velocidades se encuentran por encima de la velocidad límite. De hecho, en la Figura 6.10 se encuentran graficados dichos datos y se aprecia mejor como aproximadamente la mitad de las velocidades tomadas se encuentran por encima de 80 km/h.

Tabla 6.2. Datos de velocidades de la curva no. 25

CURVA 25 INTERNO			
60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
80	90	83	78
76	83	76	77
69	70	78	85
86	68	81	79
79	74	80	78
77	87	90	85
88	91	86	76
102	85	79	86
92	78	79	81
86	78	75	81
83	74	73	92
72	72	81	88
86	74	77	84
108	82	76	80
81	68	81	104
76	85	82	73
84	87	93	74
75	80	90	89
87	74	85	76
85	72	84	68
78	80	82	95
77	78	78	92

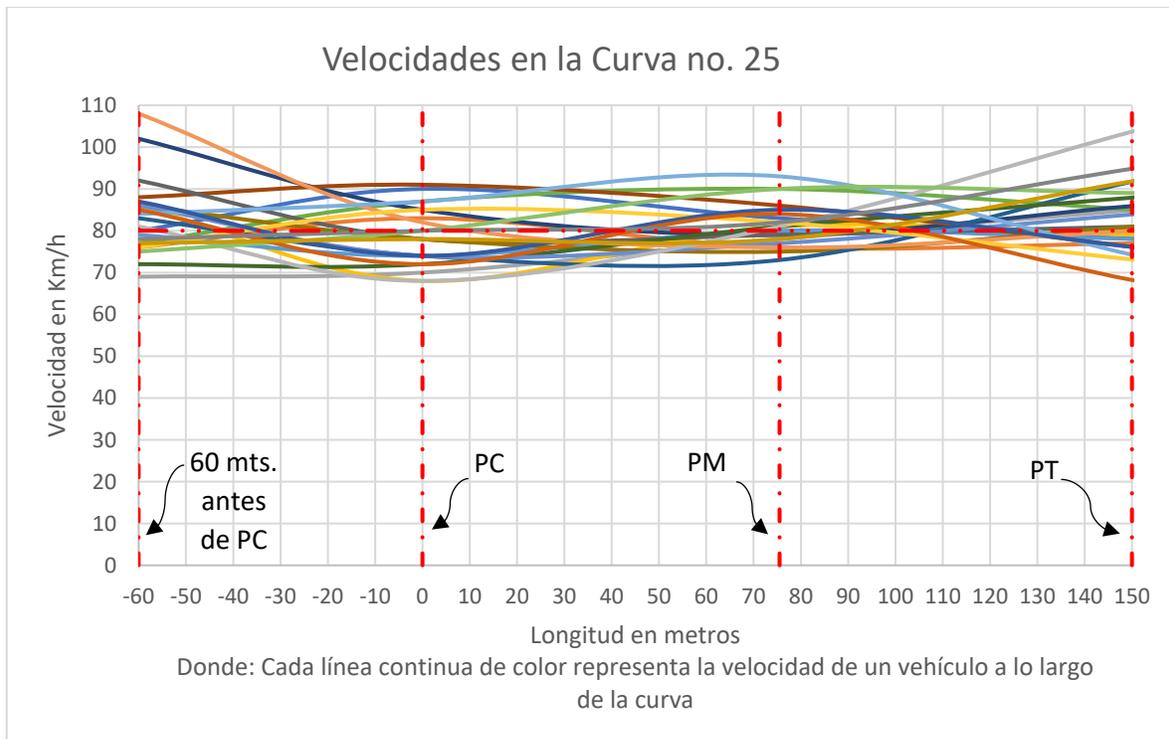


Figura 6.10 Gráfica de velocidades de la curva 25

Ahora bien, se realizó un análisis de la estadística descriptiva básica de cada una de las curvas estudiadas, en donde se obtuvo una tabla como la mostrada en la Tabla 6.3 para cada una de las curvas, aquí podemos encontrar parámetros estadísticos como; desviación estándar, mediana, entre otros, pero el que más nos interesa para el desarrollo del modelo es la velocidad percentil (V_{85}).

Tabla 6.3. Estadística descriptiva básica de la curva 19

CURVA 19													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Terminó (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/hr	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/hr	12.02	11.78	9.84	15.44	17.54	11.79	12.91	11.06	13.70	13.22	10.79	15.53
Moda	Km/hr	81	98	102	93	93	82	81	68	85	83	83	95
Mediana	Km/hr	91.5	82.5	95	85	80	87	85	81	85	90.5	84.5	92
Promedio	Km/hr	89.09	83.73	94.45	84.89	80.45	89.32	85.75	81.86	89.64	89.52	89.41	89.64
Velocidad Mínima	Km/hr	64	64	79	52	52	71	65	68	65	55	74	55
Velocidad Máxima	Km/hr	110	108	110	125	125	117	124	103	124	117	112	117
Percentil-15	Km/hr	77.35	72.3	81	69.0	63.3	77	71	70	80	77.45	81.15	77.15
Percentil-50	Km/hr	91.5	82.5	95	85	80	87	85	81	85	90.5	84.5	92
Percentil-85	Km/hr	102	96.55	102.85	100.55	93.85	100.85	98.65	95	106.7	102.55	100.7	103.85
Percentil-98	Km/hr	108.28	103.8	109.16	118.12	115.76	112.8	111.1	100.48	117.7	112.7	110.74	113.22
Porcentaje de vehículos que	%	77.27	63.64	90.91	63.64	50.00	77.27	65.91	54.55	77.27	81.82	86.36	77.27

Nota: en "ANEXOS -> ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BÁSICA DE LAS VELOCIDADES TOMADAS EN CAMPO" (iniciando en la página 148) se podrán encontrar el resto de Tablas de estadística descriptiva básica.

Además, por un lado, la estadística descriptiva de los datos de velocidades media y percentil 85 se muestra en la Tabla 6.4, en la cual se puede observar que en la velocidad media y la velocidad percentil 85 la velocidad disminuye conforme el vehículo se adentra a la curva hasta llegar a su mínimo en el PM, donde comienza a aumentar la velocidad.

Lo que previamente se mencionó no se considera que hubiera cambiado aun así se hubieran tomado las velocidades en cada punto para el mismo vehículo, debido a que durante el estudio se podían ver las luces traseras de los vehículos cuando estos frenaban y se apreciaba como la mayoría de los vehículos cuando se encontraban cercanos a la mitad de la curva estos dejaban de frenar. Es decir, después de este punto se entiende que si dejan de frenar comienzan a acelerar hasta buscar alcanzar la velocidad que se tenía antes de entrar a la curva.

Tabla 6.4. Estadística descriptiva de la velocidad media y percentil 85

Parámetro	Velocidad Percentil 85 (km/h)				Velocidad Media (km/h)			
	60 A PC	PC	PM	PT	60 A PC	PC	PM	PT
Mínimo	79.65	76.65	61.55	73.1	66.27	63.00	54.36	61.07
Máximo	137.6	132.35	131.65	133.8	124.10	120.11	118.14	119.22
Promedio	103.76	103.22	101.24	104.02	90.78	89.36	87.64	90.41
Desviación estándar	12.00	11.89	15.30	13.22	11.39	11.35	13.44	12.42

Por otro lado, en la Tabla 6.5 se muestran las velocidades medias en cada punto estudiado de cada curva. Después de comparar dichas velocidades con los límites de velocidad de cada carretera a la que pertenece cada curva, se observa lo siguiente; en el punto 60 A PC el 68.33 % de los vehículos superan la velocidad límite, mientras que en el PC el 65 %, en el PM el 60 % y finalmente en el PT el 65 %.

Tabla 6.5. Velocidades medias en cada punto de cada curva

Número de curva	Velocidad media en el punto 60 A PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 A PC (km/h)	Velocidad media en el punto PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PC (km/h)	Velocidad media en el punto PM (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PM (km/h)	Velocidad media en el punto PT (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 PM (km/h)	Límite de velocidad (km/h)
1	82.02	11.09	78.09	12.18	90.52	13.99	80.57	12.68	90.00
2	80.41	12.06	78.64	14.67	81.50	16.96	86.52	14.27	90.00
3	91.20	12.06	91.25	14.67	90.14	16.96	87.93	14.27	90.00
4	99.59	13.29	90.43	15.74	93.73	15.25	92.61	14.90	90.00
5	96.02	13.08	93.30	10.99	89.36	14.68	95.95	16.08	90.00
6	90.27	13.06	91.70	12.45	94.18	15.85	94.43	16.41	90.00
7	99.68	15.39	94.45	10.93	86.75	10.81	89.70	10.61	80.00
8	96.89	13.22	97.05	14.25	100.02	15.65	97.64	11.04	80.00
9	77.84	15.47	79.82	15.76	83.45	16.40	85.23	13.32	90.00
10	68.32	21.84	63.00	17.52	58.23	17.13	71.86	14.89	90.00
11	81.82	11.56	77.75	13.00	87.66	12.70	80.91	12.76	90.00
12	96.05	15.54	91.75	15.76	104.27	20.28	99.50	13.13	80.00
13	93.41	16.26	93.89	17.05	93.34	18.78	96.07	17.59	80.00
14	94.20	16.81	96.48	18.39	89.25	18.28	93.73	19.26	80.00
15	88.73	16.66	84.50	14.35	82.11	16.18	89.18	17.25	80.00
16	92.73	11.38	97.59	15.43	92.23	15.07	96.75	18.28	80.00
17	93.39	18.09	93.20	15.41	92.11	17.03	94.41	18.57	80.00

Continuación de la Tabla 6.5. Velocidades medias en cada punto de cada curva

Número de curva	Velocidad media en el punto 60 A PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 A PC (km/h)	Velocidad media en el punto PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PC (km/h)	Velocidad media en el punto PM (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PM (km/h)	Velocidad media en el punto PT (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 PM (km/h)	Límite de velocidad (km/h)
18	89.09	12.02	84.89	15.44	85.75	12.91	89.52	13.22	80.00
19	91.59	9.68	94.20	11.56	92.48	11.99	95.34	13.31	80.00
20	90.25	13.73	92.16	13.96	83.84	14.63	87.98	15.62	80.00
21	90.93	12.17	85.05	8.46	80.18	6.50	86.61	9.52	80.00
22	87.68	11.04	96.89	10.82	87.93	8.72	95.16	12.41	80.00
23	91.82	11.37	87.66	9.92	81.89	10.97	86.57	9.66	80.00
24	79.11	8.96	82.07	7.89	78.52	6.15	79.86	8.69	80.00
25	87.70	12.32	89.98	12.05	88.20	9.51	88.20	11.21	80.00
26	80.55	8.06	79.91	7.50	76.70	7.81	78.68	9.24	80.00
27	78.39	9.62	85.39	10.27	79.27	10.22	79.32	9.84	80.00
28	90.43	12.25	89.61	11.00	88.45	13.77	86.11	16.70	90.00
29	99.80	18.42	90.23	15.55	95.18	17.25	94.23	15.24	90.00
30	96.84	14.95	95.11	14.63	95.73	12.21	95.86	11.77	90.00
31	105.02	10.58	101.84	10.58	100.93	9.67	105.57	10.27	80.00
32	88.73	10.35	88.27	10.16	90.45	10.73	100.93	8.89	90.00
33	95.88	14.04	92.57	14.16	88.98	13.15	94.11	12.73	90.00
34	106.80	14.16	108.05	13.07	104.11	14.40	111.84	15.61	110.00
35	106.98	16.43	108.14	14.69	107.00	12.48	110.52	16.45	110.00
36	114.59	16.78	113.36	17.75	112.61	14.67	113.75	14.95	110.00
37	66.27	16.54	75.73	13.42	67.02	14.53	68.39	17.04	80.00
38	83.66	13.03	81.70	14.38	79.27	16.41	79.95	12.69	80.00
39	69.18	12.03	78.48	22.36	74.36	15.88	72.89	14.44	80.00
40	75.77	15.16	72.68	15.61	64.00	13.28	77.70	12.91	80.00
41	73.98	14.16	69.68	16.17	72.16	18.66	68.68	13.92	80.00
42	83.02	14.69	73.02	17.03	67.23	13.00	75.77	14.57	80.00
43	75.32	10.75	73.00	17.47	54.36	7.34	61.07	13.18	80.00
44	72.11	11.31	65.07	13.22	60.02	8.25	64.14	12.04	80.00
45	79.95	14.21	71.52	16.16	57.57	13.40	71.84	11.35	80.00
46	81.68	12.17	77.41	12.53	72.98	9.46	77.61	14.53	80.00
47	86.20	12.14	88.02	13.48	80.52	11.34	83.32	13.40	90.00
48	99.73	12.73	91.86	14.83	92.68	10.08	92.36	12.97	70.00
49	95.50	12.10	93.50	12.24	97.20	12.44	94.52	9.40	70.00
50	100.11	17.87	96.98	15.95	101.70	16.81	101.32	16.29	90.00
51	111.14	13.56	103.98	14.37	104.98	13.63	110.86	13.39	90.00
52	95.30	13.67	94.30	12.46	92.27	13.12	94.07	13.27	90.00
53	97.39	17.28	99.02	17.79	96.55	14.52	105.11	16.18	90.00

Continuación de la Tabla 6.5. Velocidades medias en cada punto de cada curva

Número de curva	Velocidad media en el punto 60 A PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 A PC (km/h)	Velocidad media en el punto PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PC (km/h)	Velocidad media en el punto PM (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PM (km/h)	Velocidad media en el punto PT (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 PM (km/h)	Límite de velocidad (km/h)
54	96.80	10.83	95.14	12.62	95.14	13.48	96.20	13.41	90.00
55	89.64	14.27	88.45	12.32	89.95	11.36	99.79	14.52	90.00
56	97.89	11.46	94.61	14.63	96.07	14.91	95.64	14.58	90.00
57	99.09	13.81	97.48	14.72	101.25	16.87	96.59	16.78	90.00
58	96.73	16.27	101.75	14.85	94.93	15.50	101.14	16.31	90.00
59	101.43	12.46	100.11	15.84	100.73	16.68	103.32	14.15	90.00
60	124.10	16.52	120.11	16.00	118.14	13.79	119.22	14.85	110.00

6.4 DESARROLLO DEL MODELO

Se buscó encontrar relación estadística, mediante análisis de regresión lineal, entre las velocidades de percentil 85 medidas en campo y algunos parámetros geométricos de las curvas (R_c , G_c , L_c y Δ), añadiendo también la velocidad límite de cada carretera. Véase en la Tabla 6.6 los datos de las primeras diez curvas seleccionadas (a manera de ejemplo), el resto se puede observar en la sección de ANEXOS - “TABLA PARA REGRESIÓN LINEAL” pág. 210.

Tabla 6.6. Características geométricas y velocidades de percentil 85 en un punto en la curva.

Número de curva	Radio de Curvatura (m)	Grado de curvatura (°)	Longitud de curvatura (m)	Ángulo de deflexión (°)	Límite de velocidad (km/h)	Velocidad percentil 85 Real en 60 A PC (km/h)
1	436.54	2.62	360.03	47.26	90	90.55
2	792.03	1.45	343.00	24.8	90	91
3	1138.97	1.01	185.95	9.62	90	105
4	1402.50	0.82	238.24	9.72	90	112.55
5	1706.02	0.67	302.50	10.16	90	109.55
6	2672.70	0.43	160.00	3.43	90	105.2
7	319.02	3.59	191.79	34.67	80	114.2
8	425.84	2.69	88.44	10.08	80	109.55
9	360.46	3.18	276.72	43.28	90	94.1
10	367.41	3.12	176.89	26.72	90	92.1

6.4.1 Modelo lineal

Para desarrollar el modelo, primeramente, debemos tener en claro que el coeficiente de determinación (R^2) entre más cercano se encuentre a 1, más se ajustarán los datos y tendremos un mejor modelo de estimación de velocidad, así como se observó con el coeficiente de correlación en la Tabla 5.1 en el capítulo de REGRESIÓN LINEAL. Sin embargo, alcanzar este nivel de correlación resulta muy difícil, por lo que, nos planteamos alcanzar como mínimo un nivel de R^2 de 0.6, ya que, en la literatura, la gran mayoría de los modelos de estimación de velocidad de operación alcanzan este valor. El ajuste de 0.6 significa que el 60 % de los datos se ajustan a una regresión lineal y pueden ser estimados de manera correcta

El desarrollo del modelo se realizó en el *Software R Studio*. Inicialmente, se trató de obtener una ecuación general para cada punto en la curva usando todos los datos, sin embargo, los resultados del coeficiente de determinación (R^2) eran menor a 0.4 (en su mayoría), esto puede deberse a que la gran cantidad de datos y variables hacen que tenga una cantidad inherentemente más alta de inexplicable variabilidad y por tal razón las velocidades que se pudiesen estimar con ese modelo podrían tener un gran margen de error. Además, los modelos no se ajustaban a nuestras expectativas ($R^2 > 0.6$), por lo que se decidió separar las curvas por límites de velocidad para así obtener modelos con R^2 mayor, ya que con menos cantidad de datos y variables se obtendrían modelos que estimaran de mejor manera la velocidad de operación.

Entonces, se buscó limitar los rangos de trabajo del modelo, es decir, se realizaron corridas solo para velocidades en específico de 80 y 90 km/h por separado. Además, se observó que las curvas 10, 29, 38 y 40-46 presentan varias velocidades aforadas por debajo de los 40 km/h lo que generaba que no se pudiera desarrollar un buen modelo, dichas velocidades estaban influenciadas por variables fuera de nuestro control y/o difíciles de identificar. Por ello, las curvas 10, 29, 38 y 40-46 no fueron usadas en el desarrollo de los modelos. Además, se desarrolló un modelo de estimación de velocidad para cada uno de los puntos en la curva.

A continuación, se describirán los pasos que se siguieron para encontrar uno de los modelos, en este caso el del Punto Comienzo, con velocidad límite de 90 km/h (el procedimiento de los demás modelos se mostrará en la sección de ANEXOS -> PROCEDIMIENTO EN R STUDIO, iniciando en la pág. 212). Primeramente, se tuvo que importar la Tabla como la mostrada en la 6.6., véase la Figura 6.11.

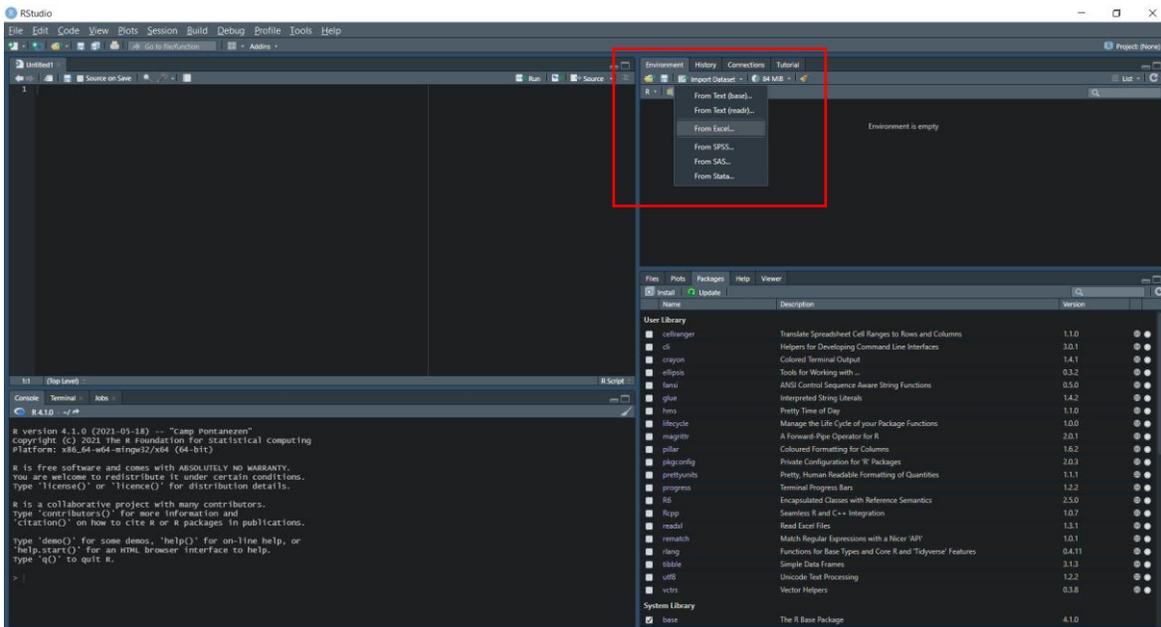


Figura 6.11. Como importar Tabla a R Studio.

Enseguida, el programa nos presenta una vista previa de la Tabla a importar, en donde los datos están como “double” pero nosotros ya sabemos que se trata de datos numéricos, lo que hacemos es cambiarle a “Numeric”. Así como se muestra en la Figura 6.12.

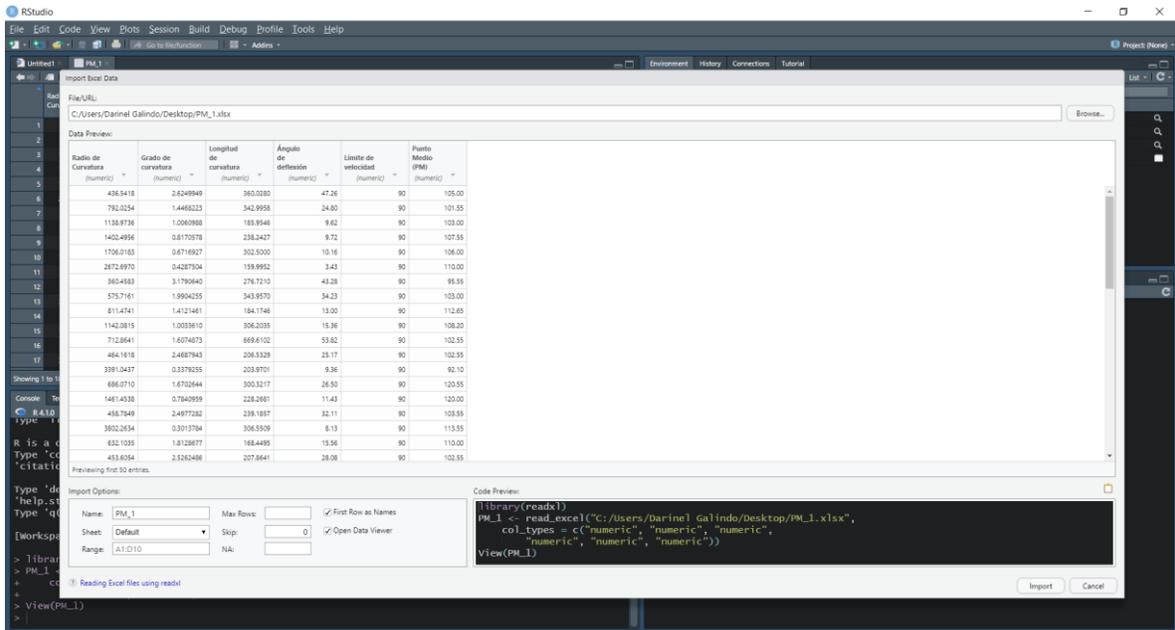


Figura 6.12. Vista previa de la Tabla a importar a R studio

Posteriormente, se realiza la programación que a continuación se presentará. Primeramente, se creó una variable (ML_4) la cual será el modelo lineal; de donde la velocidad del *Punto Comienzo* (PC_{90}) es la variable dependiente y las demás variables son independientes (R_c , G_c , L_c , Δ y límite de velocidad).

```
> View(PC_90)
> attach(PC_90)
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Radio de Curvatura`+PC_90$`Longitud de curvatura`+PC_90$`Grado de curvatura`+PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Después de crear la variable, solicitamos el resumen del modelo creado, dando como resultado lo siguiente:

```
> summary(ML_4)
Call:
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Radio de Curvatura` +
PC_90$`Longitud de curvatura` + PC_90$`Grado de curvatura` +
PC_90$`Límite de velocidad` + PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -9.6635 -3.7032 -0.2291 4.4975 11.7609

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.604858	21.527058	0.818	0.423
`Radio de Curvatura`	-0.001652	0.002501	-0.661	0.516
`Longitud de curvatura`	0.007991	0.036425	0.219	0.828
`Grado de curvatura`	-1.698747	6.685807	-0.254	0.802
`Límite de velocidad`	1.109657	0.209531	5.296	2.99e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.415624	0.464167	-0.895	0.381

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.383 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.704, Adjusted R-squared: 0.6336

F-statistic: 9.991 on 5 and 21 DF, p-value: 5.299e-05

Como se puede observar, el P-Value ($Pr(>|t|)$) de la variable “*Longitud de curvatura*” no es significativa debido a que se encuentra muy cercano a uno, por lo que procedemos a quitar dicha variable y volver a realizar el modelo lineal. Entonces, se realiza una nueva corrida sin la *Lc*, y volvemos a llamar el resumen del modelo creado.

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Radio de Curvatura`+PC_90$`Grado de curvatura`+PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Radio de Curvatura` + PC_90$`Grado de curvatura` + PC_90$`Límite de velocidad` + PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -9.723 -3.709 -0.145 4.664 11.709

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	18.709995	20.471591	0.914	0.3707
`Radio de Curvatura`	-0.001788	0.002370	-0.755	0.4585
`Grado de curvatura`	-2.966624	3.288108	-0.902	0.3767
`Límite de velocidad`	1.120741	0.198901	5.635	1.15e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.318994	0.143245	-2.227	0.0365 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.244 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7034, Adjusted R-squared: 0.6494

F-statistic: 13.04 on 4 and 22 DF, p-value: 1.368e-05

En esta nueva corrida, se muestra que el *Rc* no es del todo significativa, por lo que se decidió quitarlo del modelo, obteniendo lo que se muestra a continuación.

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Grado de curvatura`+PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Grado de curvatura` + PC_90$`Límite de velocidad` + PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-10.4024	-4.2926	-0.7149	4.6374	12.2391

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	11.6899	18.0644	0.647	0.5240
`Grado de curvatura`	-1.3645	2.4873	-0.549	0.5886
`Límite de velocidad`	1.1487	0.1936	5.934	4.76e-06 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.3163	0.1419	-2.230	0.0358 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.185 on 23 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6957, Adjusted R-squared: 0.656

F-statistic: 17.53 on 3 and 23 DF, p-value: 3.833e-06

Como se apreció, el G_c no es significativa. Por tal motivo, se realiza una nueva corrida quitando esta variable, obteniendo lo que se muestra enseguida.

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Límite de
velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Límite de velocidad` +
PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-10.1273	-4.6733	-0.5797	4.1339	12.2037

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.90367	15.58590	0.443	0.661773
PC_90\$`Límite de velocidad`	1.19460	0.17200	6.945	3.5e-07 ***
PC_90\$`Ángulo de deflexión`	-0.37629	0.08908	-4.224	0.000299 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.094 on 24 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6917, Adjusted R-squared: 0.666

F-statistic: 26.92 on 2 and 24 DF, p-value: 7.376e-07

En esta última corrida se muestra que todas las variables son significativas, es decir, si aportan al modelo. De igual modo, se puede apreciar que se obtuvo un R^2 de 0.6917, lo que se considera como un modelo que tiene un buen nivel de correlación.

Finalmente, este modelo se puede escribir como se muestra enseguida:

$$V_{85} = 6.903673 - 0.37629 \Delta + 1.194603 \text{ Lim. Vel.}$$

Ecuación
6.6

$$R^2 = 0.6917$$

De la Figura 6.13 podemos observar que los residuos del modelo desarrollado están centrados en cero y parcialmente distribuidos en todos los valores de X.

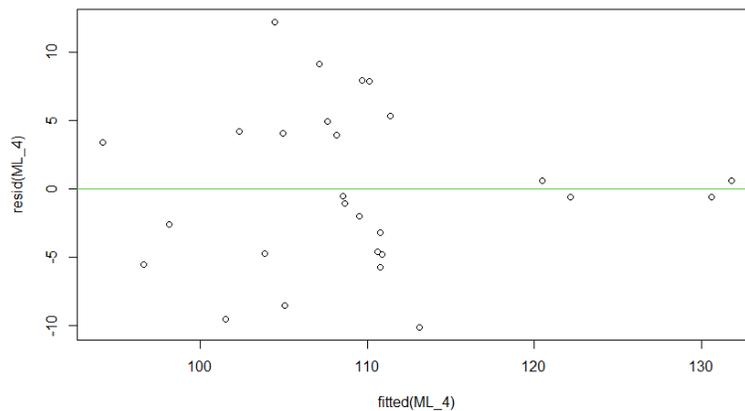


Figura 6.13. Gráfica de Residuos.

Por su parte, en la Figura 6.14, podemos observar que los residuos siguen, aproximadamente, la línea recta de la gráfica, lo que nos dice que aproximadamente siguen la distribución normal.

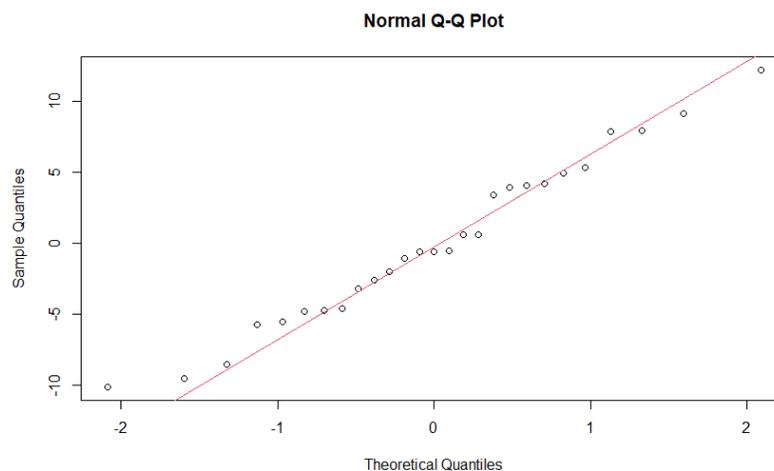


Figura 6.14. Gráfica normal de los datos usados para la regresión.

Ahora bien, todos los modelos desarrollados se pueden ver en la Tabla 6.7, donde se observa que el radio de curvatura no se presenta en ninguno de los modelos (debido a que no fue estadísticamente significativo), además, el límite de velocidad resultó ser la variable estadísticamente más significativa en todos los modelos desarrollados. Los coeficientes de las variables son significativos debido a que presentan un valor-p menor que 0.05 (Tabla 6.8), con la única excepción de la variable L_c en la Ecuación 6.8, donde se sobrepasa por 0.0069 por lo que se considera que no es un valor significativo para no aceptarlo.

Tabla 6.7. Modelos desarrollados para cada punto en la curva.

Punto en la curva	Variable explicativa	R ²	Modelo	Lim. de velocidad del modelo (km/h)	Número de ecuación
60 A PC	Grado de curvatura	0.74	$V_{85} = 12.7112 - 2.35816 G_c - 0.04662 L_c + 1.26801 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.3
	Longitud de curvatura				
	Límite de velocidad				
60 A PC	Ángulo de deflexión	0.68	$V_{85} = -0.33955 - 0.4309 \Delta + 1.28807 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.4
	Límite de velocidad				
PC	Grado de curvatura	0.65	$V_{85} = 53.66443 - 2.61574 G_c + 0.688769 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.5
	Límite de velocidad				
PC	Ángulo de deflexión	0.69	$V_{85} = 6.903673 - 0.37629 \Delta + 1.194603 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.6
	Límite de velocidad				
PM	Grado de curvatura	0.75	$V_{85} = 27.74217 - 9.20702 G_c - 0.0904 L_c + 0.892477 \Delta + 1.106095 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.7
	Longitud de curvatura				
	Ángulo de deflexión				
	Límite de velocidad				
PM	Ángulo de deflexión	0.73	$V_{85} = 20.43533 - 0.27591 \Delta + 1.027115 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.8
	Límite de velocidad				
PT	Grado de curvatura	0.71	$V_{85} = 43.66809 - 2.68291 G_c + 0.800274 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.9
	Límite de velocidad				
PT	Ángulo de deflexión	0.64	$V_{85} = 6.380292 - 0.19827 \Delta + 1.167379 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.10
	Límite de velocidad				

Tabla 6.8. Estadística explicativa de las variables de los modelos desarrollados.

Ecuación	Parámetro	Coefficiente	Error estándar	Estadística t	valor-p
6.3	Gc	-2.3582	0.7995	-2.9495	0.0067
	Lc	-0.0466	0.0159	-2.9407	0.0068
	Lim. Vel.	1.2680	0.2025	6.2610	0.0000
6.4	Δ	-0.4309	0.0999	-4.3128	0.0002
	Lim. Vel.	1.2881	0.1929	6.6766	0.0000
6.5	Gc	-2.6157	1.0238	-2.5550	0.0177
	Lim. Vel.	0.6888	0.1410	4.8866	0.0001
6.6	Δ	-0.3763	0.0891	-4.2242	0.0003
	Lim. Vel.	1.1946	0.1720	6.9453	0.0000
6.7	Gc	-9.2070	3.1990	-2.8781	0.0096
	Lc	-0.0904	0.0446	-2.0273	0.0569
	Δ	0.8925	0.4035	2.2116	0.0394
	Lim. Vel.	1.1061	0.2446	4.5229	0.0002
6.8	Δ	-0.2759	0.0722	-3.8222	0.0010
	Lim. Vel.	1.0271	0.1419	7.2402	0.0000
6.9	Gc	-2.6829	1.0738	-2.4984	0.0208
	Lim. Vel.	0.8003	0.1467	5.4555	0.0000
6.10	Δ	-0.1983	0.0923	-2.1492	0.0424
	Lim. Vel.	1.1674	0.1814	6.4338	0.0000

6.4.2 Validación y comparación del modelo desarrollado con otros modelos

Los ocho modelos propuestos fueron validados comparando sus resultados con velocidades medidas en campo (*in situ*) y con velocidades estimadas por modelos de otros autores en tres países diferentes: Crisman *et al.* (2005) en Italia, Pérez *et al.* (2010) en España y Castro *et al.* (2011) en Colombia. En la Tabla 6.9, se presentan los parámetros requeridos para la estimación de la velocidad de operación con los modelos, estos parámetros pertenecen a las dos curvas no usadas para el desarrollo del modelo (curvas 61 y 62). También se presentan las velocidades de percentil 85 de los cuatros puntos de cada curva.

La gran mayoría de los modelos desarrollados en la literatura asumen la hipótesis de que la velocidad permanece constante a lo largo de la curva, por lo que los modelos desarrollados solo estiman la velocidad de operación en el PM de la curva (Crisman *et al.*, 2005 y Castro *et al.*, 2011). Sin embargo, Pérez *et al.* (2010)

tomaron los datos de velocidad en campo con base en dispositivos GPS proporcionados a los conductores participantes, de esta manera obtuvieron modelos de predicción continuos, con los cuales se obtiene la velocidad de operación mínima en la curva. Con base en lo mencionado anteriormente, a continuación, se presentan las tres ecuaciones a usar para comparar y validar los modelos aquí desarrollados.

$$V_{85} = 48.447 - \left(\frac{4995.01}{R}\right) + \left(\frac{163893.24}{R^2}\right) + (0.5598 * Vd) \rightarrow \text{Crisman et al. (2005)}$$

$$V_{85} = 97.4254 - (3310.94/R) \rightarrow \text{Pérez et al. (2010)}$$

$$V_{85} = 91.1323 + 0.0328341 * Lc - 0.481729 * \Delta \rightarrow \text{Castro et al. (2011)}$$

Donde:

Vd = Velocidad deseada

Tabla 6.9. Parámetros requeridos para la validación y comparación de los modelos.

Número de curva	Radio de Curvatura (m)	Grado de curvatura (°)	Longitud de curvatura (m)	Ángulo de deflexión (°)	Límite de velocidad (km/h)	Velocidad Percentil 85 real			
						Punto 60 A PC (km/h)	Punto PC (km/h)	Punto PM (km/h)	Punto PT (km/h)
61	442.77	2.59	234.28	30.33	80	102	97.55	100.55	104.55
62	578.14	1.98	373.65	37.03	90	101.4	96	98.55	104.55

En la Tabla 6.10 se presentan los resultados obtenidos, al comparar los modelos propuestos con las velocidades medidas en campo, se puede observar que los errores se encuentran por debajo del 5 %. Ahora bien, al hacer la comparativa con los modelos desarrollados por los otros autores, se observa que en todos los casos (a excepción de uno) superan el 5 % de error. Todo esto indica que los modelos desarrollados son razonablemente precisos al predecir la velocidad del percentil 85. Por ello, podemos dar por válidas las ecuaciones propuestas.

Además, se comprueba que un modelo desarrollado en la región da mejores resultados que uno desarrollado en otros países. En este sentido, se reafirma lo mencionado por Delgado *et al.* (2021) y Sil *et al.* (2019) que es necesario desarrollar modelos de estimación de velocidad por país o región.

Tabla 6.10. Resultados de la validación y comparación de los modelos.

Caso	Punto en la curva	Velocidad medida (km/h)	Velocidad estimada con los modelos propuestos (km/h)	Error (%)	Velocidad estimada con Castro <i>et al.</i> (2011) en km/h	Error (%)	Velocidad estimada con Pérez <i>et al.</i> (2010) en km/h	Error (%)	Velocidad estimada con Crisman <i>et al.</i> (2005) en km/h	Error (%)
80 km/h	60 A PC	102.00	97.13	4.8						
	PC	97.55	102.00	4.6			89.95	7.8		
	PM	100.55	98.29	2.2	84.21	16.2	89.95	10.5	82.79	17.7
	PT	104.55	100.75	3.6			89.95	14.0		
90 km/h	60 A PC	101.40	99.63	1.7						
	PC	96.00	100.48	4.7			91.70	4.5		
	PM	98.55	102.66	4.2	85.56	13.2	91.70	7.0	90.68	8.0
	PT	104.55	104.10	0.4			91.70	12.3		

6.5 EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LAS CURVAS HORIZONTALES

En el capítulo anterior, se obtuvieron modelos para estimar la velocidad de operación para carreteras con velocidades límite de 80 y 90 km/h. Debido a esto, se buscaron trazos geométricos de curvas sucesivas inversas que tuvieran las velocidades límite previamente mencionadas. A continuación, en la Tabla 6.11 se muestra un resumen los datos de cada una de las curvas.

Tabla 6.11. Datos de las curvas usadas para la evaluación de la consistencia.

Número de curva	Velocidad límite	Radio de Curvatura (m)	Grado de curvatura (°)	Longitud de curvatura (m)	Ángulo de deflexión (°)	Latitud	Longitud	Longitud entre Tangentes (m)
1	80 Km/h	1168.96	0.98	368.62	19.11	20°20'16.04"N	102°11'23.19"O	2625.56
2		422.34	2.71	325.38	45.88	20°20'33.43"N	102° 9'43.05"O	
3	90 Km/h	771.06	1.49	322.59	24.20	21°26'9.82"N	101°13'33.73"O	739.933
4		1152.26	0.99	101.80	7.65	21°26'25.57"N	101°13'4.55"O	

Nota: es importante mencionar que ninguna de estas curvas se usó para el desarrollo del modelo, ni tampoco fueron aforadas.

6.5.1 Algoritmo desarrollado por Lamm et al. (1999)

Para realizar la evaluación de la consistencia de las curvas horizontales establecidas en la Tabla 6.11, se usará el algoritmo desarrollado por Lamm et al. (1999) que en el capítulo 2 fue expuesto, pero, para fines prácticos se volverá a exponer el algoritmo, véase Figura 2.2, cuyas variables se describen en la Tabla 2.5. este algoritmo a pesar de tener años de antigüedad aún sigue siendo usado (ej. SCT, 2018).

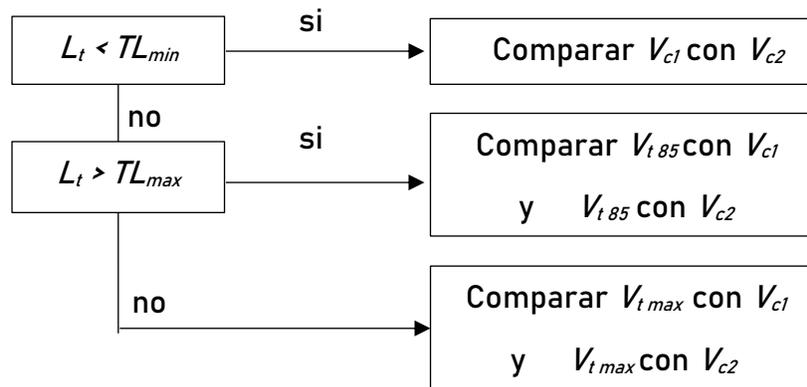


Figura 6.2. Algoritmo para la evaluación de la consistencia.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Tabla 2.5. Variables del algoritmo para la evaluación de la consistencia.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Variable	Descripción	Ecuación
V_{c1}	Velocidad de operación en curva 1	Modelo de predicción de velocidad
V_{c2}	Velocidad de operación en curva 2	Modelo de predicción de velocidad
L_t	Longitud de tangente entre dos curvas	Medido en sitio, planos, entre otros.
V_{t85}	Velocidad en tangente	Modelo de predicción de velocidad
TL_{min}	Longitud tangente necesaria para que un vehículo pase de una velocidad inicial (VC1) a una velocidad final (VC2)	$TL_{min} = \left \frac{V_{c1}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * a} \right $
TL_{max}	Longitud tangente necesaria para que un vehículo acelere desde una velocidad inicial (VC1) a una velocidad deseada (Vt 85) y desacelere a una velocidad final (VC2)	$TL_{max} = \left \frac{V_{c1}^2 - V_{t85}^2}{25.92 * a} \right + \left \frac{V_{t85}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * a} \right $
V_{tmax}	Velocidad máxima alcanzada cuando la longitud de la tangente no permite que el automovilista alcance la velocidad deseada.	$V_{tmax} = \sqrt{\frac{V_{c1}^2 + V_{c2}^2 + 25.92 * a * L_t}{2}}$

Después de haber seguido paso a paso el algoritmo de la Figura 2.2, deberemos comparar dos velocidades (según corresponda), las diferencias darán un nivel de consistencia de acuerdo a la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Nivel de consistencia de curvas horizontales.
Fuente: Lamm et al. (1999)

Diferencial de la velocidad ΔV_{85} (km/h)	Nivel de consistencia
< 10	Buena
10 – 20	Aceptable
> 20	Mala

Conocido el algoritmo podemos iniciar con la evaluación de la consistencia de las curvas, primeramente, evaluaremos la consistencia de las curvas en carreteras de 80 km/h, para posteriormente evaluar las de 90 km/h.

6.5.1.1 Evaluación de curvas en carreteras con velocidades límite de 80 km/h

Para hacer uso del algoritmo de la Figura 2.2, primero debemos calcular las velocidades de operación en las curvas mencionadas en la Tabla 6.11 con base en los modelos desarrollados en el capítulo anterior, los resultados se muestran en la Tabla 6.12, donde podemos observar que en la curva 1 la velocidad más baja se presenta en el PM con 91 km/h, mientras que en la curva 2 en el 60 A PC con 93 km/h. Al ser estos puntos los más críticos, las ecuaciones usadas para estimar la velocidad de esos dos puntos serán usadas a lo largo del algoritmo para evaluar la consistencia de las curvas.

Tabla 6.12. Velocidades estimadas con modelos de 80 km/h.

Punto en la curva	Velocidad en curva 1 (km/h)	Velocidad en curva 2 (km/h)
60 A PC	95	93
PC	106	102
PM	91	103
PT	105	100

Siguiendo el algoritmo de la Figura 2.2, necesitamos calcular la TL_{min} y la TL_{max} las cuales compararemos con la longitud de tangente (L_t) entre curvas. Para

finalmente comparar dos velocidades y, de este modo, obtener el nivel de consistencia según la Tabla 2.6.

El siguiente paso es calcular el TL_{min} :

$$TL_{min} = \left| \frac{V_{c1}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * a} \right|$$

En donde:

$$a = d = 0.85 \text{ m/s}^2 \text{ (en conformidad con Lamm et al., 1999)}$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$TL_{min} = \left| \frac{(91 \text{ km/h})^2 - (93 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right| = 16.7 \text{ m}$$

Enseguida, procedemos a calcular la velocidad en tangente que es cuando en la ecuación usada las variables de la curva son 0:

$$V_{85 \text{ curva } 1} = 27.74217 - 9.20702 Gc - 0.0904 Lc + 0.892477 \Delta + 1.106095 \text{ Lim Vel.} = 116 \text{ km/h.}$$

$$V_{85 \text{ curva } 2} = 12.7112 - 2.35816 Gc - 0.04662 Lc + 1.26801 \text{ Lim Vel} = 114 \text{ km/h}$$

Para calcular el TL_{max} se usa la siguiente ecuación:

$$TL_{max} = \left| \frac{V_{c1}^2 - V_{t85}^2}{25.92 * a} \right| + \left| \frac{V_{t85}^2 - V_{c2}^2}{25.92 * d} \right|$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$TL_{max} = \left| \frac{(91 \text{ km/h})^2 - (116 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right| + \left| \frac{(114 \text{ km/h})^2 - (93 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right|$$

$$TL_{max} = 234.89 + 197.3 = 432.19 \text{ m}$$

La longitud entre tangente (L_t) entre las curvas 1 y 2 se muestra en la Tabla 6.11, la cual es 2625.56 m.

$$L_t > TL_{max} \quad \rightarrow \quad 2625.56 \text{ m} > 432.19 \text{ m}$$

Debemos comparar V_{t85} con V_{c1} y V_{t85} con V_{c2}

$$V_{t85} \text{ con } V_{c1} = 116 \text{ km/h vs } 91 \text{ km/h} \rightarrow \Delta = 25 \text{ km/h}$$

$$V_{t85} \text{ con } V_{c2} = 114 \text{ km/h vs } 93 \text{ km/h} \rightarrow \Delta = 21 \text{ km/h}$$

Con base en la Tabla 2.6 el nivel de consistencia de estas curvas horizontales es “Mala” debido a que el diferencial en ambos casos es mayor que 20 km/h

6.5.1.2 Evaluación de curvas en carreteras con velocidades límite de 90 km/h

Al igual que el primer caso, usaremos el algoritmo de la Figura 2.2. Sin embargo, en este caso usaremos los modelos desarrollados para carreteras con límite de velocidad de 90 km/h, los resultados se muestran en la Tabla 6.13, donde se aprecia que la velocidad más baja en la curva 3 es en el punto 60 A PC con 105 km/h y en la curva 4 en el PT con 110 km/h. Al ser estos puntos los más críticos, las ecuaciones usadas para estimar la velocidad de esos dos puntos serán usadas a lo largo del algoritmo para evaluar la consistencia de las curvas.

Tabla 6.13. Velocidades estimadas con modelos de 90 km/h.

	CURVA 3	CURVA 4
60 A PC	105.16	112
PC	105.31	112
PM	106	111
PT	107	110

El siguiente paso es calcular el TL_{min} :

$$TL_{min} = \left| \frac{V_{c3}^2 - V_{c4}^2}{25.92 * a} \right|$$

En donde:

$$a = d = 0.85 \text{ m/s}^2 \text{ (en conformidad con Lamm } et al., 1999)$$

sustituyendo los valores tenemos:

$$TL_{min} = \left| \frac{(116 \text{ km/h})^2 - (111 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right| = 51.52 \text{ m}$$

A continuación, procedemos a calcular la velocidad en tangente que es cuando en la ecuación usada las variables de la curva son 0:

$$V_{t85 \text{ curva } 3} = -0.33955 - 0.4309 \Delta + 1.28807 \text{ Lim Vel.} = 116 \text{ km/h}$$

$$V_{t85 \text{ curva } 4} = 6.380292 - 0.19827 \Delta + 1.167379 \text{ Lim Vel.} = 111 \text{ km/h}$$

Para calcular el TL_{max} se usa la siguiente ecuación:

$$TL_{max} = \left| \frac{V_{c3}^2 - V_{t85}^2}{25.92 * a} \right| + \left| \frac{V_{t85}^2 - V_{c4}^2}{25.92 * d} \right|$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$TL_{max} = \left| \frac{(105 \text{ km/h})^2 - (116 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right| + \left| \frac{(111 \text{ km/h})^2 - (110 \text{ km/h})^2}{25.92 * 0.85 \text{ m/s}^2} \right|$$

$$TL_{max} = 110.34 + 10.03 = 120.37 \text{ m}$$

La longitud entre tangente (L_t) entre las curvas 3 y 4 se muestra en la Tabla 6.11, la cual es 739.933 m

$$L_t > TL_{max} \quad \rightarrow \quad 739.933 \text{ m} > 120.37 \text{ m}$$

Debemos comparar V_{t85} con V_{c3} y V_{t85} con V_{c4}

$$V_{t85} \text{ con } V_{c3} = 116 \text{ km/hr vs } 105 \text{ km/hr} \quad \rightarrow \quad \Delta = 11 \text{ km/h}$$

$$V_{t85} \text{ con } V_{c4} = 111 \text{ km/hr vs } 110 \text{ km/hr} \quad \rightarrow \quad \Delta = 1 \text{ km/h}$$

Con base en la Tabla 2.6 el nivel de consistencia de la curva 3 es de "Aceptable" (muy cercano a bueno) y de la curva 4 es "Bueno"

A manera de resumen, la evaluación de la consistencia de curvas horizontales se presenta en la Tabla 6.14.

Tabla 6.14. Resultados de la evaluación de la consistencia de curvas horizontales.

Curva No.	$V_{t85} - V_{estimada}$ (km/h)	Nivel de consistencia
1	25	Malo
2	21	Malo
3	11	Aceptable
4	1	Bueno

6.5.1.3. Comparación de la evaluación de consistencia con otros modelos en el estado del arte

Se evaluará la consistencia de las curvas usando las mismas cuatro curvas de la Tabla 6.11 pero con los siguientes tres modelos:

$$V_{85} = 102.2 - 0.10\Delta \quad \rightarrow \quad \text{Gibreel et al. 2001 (Canadá)}$$

$$V_{85} = 91.85 + 9.81 \times 10^{-3}R \quad \rightarrow \quad \text{Misaghi y Hassan 2005 (EUA)}$$

$$V_{85} = 120.16 - 5596.72/R \quad \rightarrow \quad \text{Castro et al. 2008 (España)}$$

Para evaluar la consistencia de las curvas, usaremos el mismo algoritmo (Lamm et al. 1999; Figura 2.2)

El primer paso es calcular la velocidad de percentil 85 de cada curva, como se muestra en la Tabla 6.15.

Tabla 6.15. Velocidad de percentil 85 obtenida con tres modelos del estado del arte.

	Velocidad de percentil 85 de cada curva (Km/h)		
Número de curva	Gibreel et al. 2001 (Canadá)	Misaghi y Hassan 2005 (EUA)	Castro et al. 2008 (España)
1	100.3	103.3	115.4
2	97.6	96.0	106.9
3	99.8	99.4	112.9
4	101.4	103.2	115.3

Ahora bien, el siguiente paso es calcular las variables de TL_{Min} , TL_{Max} y V_{T85} . A manera de resumen, los resultados se encuentran en la Tabla 6.16.

Tabla 6.16. Resultado del cálculo de las variables del algoritmo de Lamm et al. (1999)

Variables del algoritmo de Lamm et al. (1999)				
	Segmentos que aplica	Gibreel et al. 2001 (Canadá)	Misaghi y Hassan 2005 (EUA)	Castro et al. 2008 (España)
TL_{Min}	Curva 1 y 2	24.05 m	66.26 m	85.39 m
	Curva 3 y 4	15.11 m	34.38 m	24.87 m
TL_{Max}	Curva 1 y 2	59.17 m	136.91 m	187.76 m
	Curva 3 y 4	29.26 m	165.71 m	128.69 m
V_{T85}	Tangente	102.20 km/h	91.85 km/h	120.16 km/h

Se puede observar que en los tres casos $L_T > TL_{MAX}$ por tal motivo, se debe comparar V_{t85} con V_{c1} y V_{t85} con V_{c2} y de manera similar para las curvas 3 y 4. Dando los resultados que se muestran en la Tabla 6.17.

Tabla 6.17. Nivel de consistencia de cada una de las cuatro curvas mediante el uso de modelos en el estado del arte

Nivel de consistencia de las curvas usando modelos en el estado del arte						
Número de curva	Gibreel et al. 2001 (Canadá)		Misaghi y Hassan 2005 (EUA)		Castro et al. 2008 (España)	
	Diferencial de la velocidad ΔV_{85} (km/h)	Nivel de consistencia	Diferencial de la velocidad ΔV_{85} (km/h)	Nivel de consistencia	Diferencial de la velocidad ΔV_{85} (km/h)	Nivel de consistencia
1	1.9	BUENO	11.5	ACEPTABLE	4.8	BUENO
2	4.6		4.1	BUENO	13.3	ACEPTABLE
3	2.4		7.6		7.3	BUENO
4	0.8		11.3	ACEPTABLE	4.9	BUENO

Como se pudo observar, en las curvas 1 y 2, mediante el uso de los modelos en el estado del arte dan resultados más conservadores (Bueno-Aceptable) que usando los modelos desarrollados en este trabajo (Malo). Mientras que, en las curvas 3 y 4 presenta resultados muy similares.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de cada sección de la metodología: Selección de curvas horizontales, Medición de velocidades, Desarrollo del modelo y finalmente de la Evaluación de la consistencia de las curvas horizontales.

7.1 SELECCIÓN DE CURVAS

Las curvas seleccionadas se muestran en la Figura 7.1, de donde se pudo conocer que el 80.64 % de las curvas seleccionadas se encuentra en el Estado de Guanajuato, mientras que el 17.74 % pertenece al Estado de Querétaro y finalmente el 1.61 % en el Estado de San Luis Potosí.

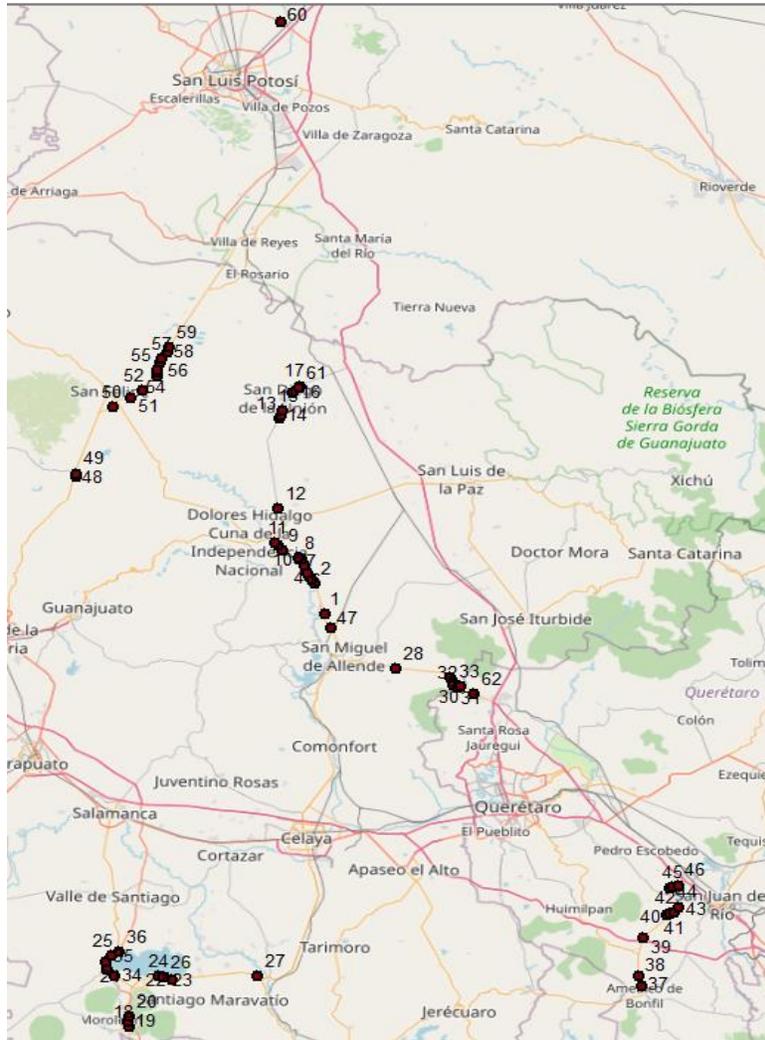


Figura 7.1. Curvas horizontales seleccionadas.

A continuación, se muestra la Tabla 7.1, la cual muestra las características geométricas de importancia para el desarrollo del modelo, de donde se obtuvo lo siguiente:

Grado de curvatura (G_c):

- El 68 % de las curvas -> $G_c < 2^\circ 30' 0''$
- El 27 % de las curvas -> $2^\circ 30' 0'' < G_c < 5^\circ 00' 0''$
- El 5 % de las curvas -> $G_c > 5^\circ 00' 0''$

Ángulo de deflexión (Δ):

- El 53 % de las curvas -> $\Delta < 23^\circ$

- El 32 % de las curvas -> $23 < \Delta < 47^\circ$
- El 15 % de las curvas -> $\Delta > 47^\circ$

Longitud de curva (L_c):

- El 48 % de las curvas -> $L_c < 223$
- El 45 % de las curvas -> $223 < L_c < 446$
- El 7 % de las curvas -> $L_c > 446$

También se pudo encontrar que las curvas número 25, 27 y 44, superan el Grado de Curvatura Máximo (5.25), además, se mantienen por debajo del Radio de Curvatura Mínimo (208.35). Esto de acuerdo a la norma de servicios técnicos (SCT, 1984).

Tabla 7.1. Características de las curvas horizontales de estudio.

Número de curva	Radio de Curvatura	Grado de curvatura	Longitud de curvatura	Ángulo de deflexión	Latitud	Longitud
1	436.54	2.62	360.03	47.26	21° 0'20.00"N	100°47'5.00"O
2	792.03	1.45	343.00	24.8	21° 4'14.05"N	100°48'13.79"O
3	1138.97	1.01	185.95	9.62	21° 4'41.46"N	100°48'39.67"O
4	1402.50	0.82	238.24	9.72	21° 5'15.20"N	100°48'58.51"O
5	1706.02	0.67	302.50	10.16	21° 5'35.34"N	100°49'5.77"O
6	2672.70	0.43	160.00	3.43	21° 6'27.58"N	100°49'33.78"O
7	319.02	3.59	191.79	34.67	21° 7'23.40"N	100°49'57.57"O
8	425.84	2.69	88.44	10.08	21° 7'34.22"N	100°50'13.52"O
9	360.46	3.18	276.72	43.28	21° 8'24.31"N	100°52'10.36"O
10	367.41	3.12	176.89	26.72	21° 9'12.10"N	100°52'39.56"O
11	575.72	1.99	343.96	34.23	21° 9'29.75"N	100°53'4.89"O
12	596.27	1.92	54.40	5.23	21°13'52.44"N	100°52'45.13"O
13	1437.29	0.80	115.48	4.6	21°25'34.13"N	100°52'42.71"O
14	1254.16	0.91	125.64	5.74	21°25'52.53"N	100°52'35.13"O
15	512.55	2.24	101.81	11.38	21°26'32.40"N	100°52'26.59"O
16	1046.65	1.09	209.36	11.46	21°28'54.10"N	100°51'11.21"O
17	457.08	2.51	391.66	49.08	21°29'43.94"N	100°50'24.31"O
18	1156.22	0.99	162.47	8.05	20° 6'44.92"N	101° 9'31.57"O
19	622.12	1.84	179.04	16.49	20° 7'20.26"N	101° 9'35.28"O
20	619.78	1.85	194.01	17.94	20° 8'3.17"N	101° 9'25.72"O
21	344.52	3.33	152.72	25.08	20°15'1.75"N	101°12'18.42"O
22	313.66	3.65	140.91	26.57	20°12'50.59"N	101° 4'28.57"O
23	230.89	4.96	115.88	26.41	20°13'8.71"N	101° 5'24.70"O
24	183.48	6.25	150.99	47.11	20°13'22.62"N	101° 6'9.35"O
25	1173.43	0.98	177.30	8.66	20°15'51.81"N	101°11'39.44"O
26	203.31	5.64	148.31	41.8	20°13'13.43"N	101° 5'30.11"O
27	701.18	1.63	231.74	18.94	20°13'26.61"N	100°54'24.92"O

Continuación de la Tabla 7.1. Características de las curvas horizontales de estudio.

Número de curva	Radio de Curvatura	Grado de curvatura	Longitud de curvatura	Ángulo de deflexión	Latitud	Longitud
28	1223.69	0.94	118.77	5.56	20°53'19.98"N	100°38'27.72"O
29	811.47	1.41	184.17	13	20°52'19.42"N	100°32'8.53"O
30	1142.08	1.00	306.20	15.36	20°51'39.15"N	100°31'38.51"O
31	412.06	2.78	335.16	47.33	20°51'20.63"N	100°31'37.97"O
32	712.86	1.61	669.61	53.82	20°51'1.03"N	100°31'12.61"O
33	464.16	2.47	206.53	25.17	20°51'5.06"N	100°30'44.88"O
34	754.94	1.52	620.02	47.37	20°13'18.15"N	101°11'13.85"O
35	755.50	1.52	541.58	43	20°14'9.58"N	101°12'14.06"O
36	1805.78	0.63	466.88	20.44	20°16'23.30"N	101°10'48.88"O
37	1992.76	0.58	146.23	6.36	20°12'33.21"N	100° 9'6.26"O
38	1544.08	0.74	239.46	14.98	20°13'48.46"N	100° 9'27.59"O
39	570.52	2.01	242.31	27.09	20°18'50.19"N	100° 8'54.84"O
40	256.63	4.47	212.14	48.18	20°21'43.42"N	100° 6'7.31"O
41	1149.29	1.00	277.00	15.48	20°21'59.84"N	100° 5'45.96"O
42	403.96	2.84	225.70	32.01	20°22'8.17"N	100° 5'19.43"O
43	157.94	7.26	243.18	85.72	20°22'47.57"N	100° 4'41.99"O
44	284.77	4.02	282.11	57.55	20°25'8.99"N	100° 5'50.45"O
45	569.17	2.01	182.61	20.34	20°25'24.63"N	100° 5'31.05"O
46	339.43	3.38	208.41	44.21	20°25'37.05"N	100° 4'50.71"O
47	3391.04	0.34	203.97	9.36	20°58'36.76"N	100°46'21.43"O
48	377.32	3.04	269.45	44.22	21°17'44.96"N	101°16'51.33"O
49	533.58	2.15	137.22	19.61	21°18'5.02"N	101°16'48.69"O
50	686.07	1.67	300.32	26.5	21°26'46.73"N	101°12'32.53"O
51	1461.45	0.78	228.27	11.43	21°28'0.18"N	101°10'24.20"O
52	458.78	2.50	239.19	32.11	21°28'58.44"N	101° 9'1.93"O
53	3802.26	0.30	306.55	8.13	21°30'51.04"N	101° 7'41.56"O
54	632.10	1.81	168.45	15.56	21°31'14.90"N	101° 7'25.76"O
55	453.61	2.53	207.86	28.08	21°31'31.77"N	101° 7'21.94"O
56	1346.58	0.85	245.82	16.68	21°32'39.27"N	101° 6'57.97"O
57	1019.61	1.12	308.58	18.03	21°33'1.17"N	101° 6'54.41"O
58	928.22	1.23	281.40	19.3	21°33'55.25"N	101° 6'13.14"O
59	1726.68	0.66	251.03	12.53	21°34'32.95"N	101° 5'59.69"O
60	961.18	1.19	241.01	17.39	22°16'48.10"N	100°53'16.21"O
61	442.77	2.59	234.28	30.33	21°29'31.01"N	100°50'30.79"O
62	578.14	1.98	373.65	37.03	20°50'9.14"N	100°29'9.46"O

Donde: radio de curvatura y longitud de curvatura están en metros. Además, las curvas 61 y 62 fueron usadas solo para validar y comparar los modelos desarrollados.

7.2 MEDICIÓN DE VELOCIDADES

Todos los datos medidos en campo se presentan en la sección de “ANEXOS -> TOMA DE VELOCIDADES EN CAMPO” (iniciando en la pág. 86) debido a la gran cantidad de Tablas realizadas, por ello a continuación solo se presentan los datos más destacados:

- En promedio, las velocidades más altas se presentan en el punto “60 metros antes del Punto Principio de Curva”.
- En promedio, las velocidades más bajas se presentan en el Punto Medio, es decir a la mitad de la curva.
- En velocidades máximas permitidas de entre 80 y 110 km/h el promedio de los conductores que exceden esas velocidades oscila entre 52.84 % y 54.09 % mientras que con una velocidad máxima permitida de 70 km/h el 98.86 % de los conductores excede dicha velocidad.
- Las curvas con mayores velocidades encontradas, se encuentran en un rango de radios de curvatura de entre 755-1805 mts y con una longitud de curvatura de entre 467-620 mts, mientras que las curvas cuyas velocidades fueron las más bajas presentan radios de curvatura de entre 157-284 mts y longitudes de curva de entre 243-282 mts.
- La máxima velocidad aforada fue de 174 km/h.

Además, por un lado, la estadística descriptiva de los datos de velocidades media y percentil 85 se muestra en la Tabla 7.2, en la cual se puede observar que en la velocidad media y la velocidad percentil 85 la velocidad disminuye conforme el vehículo se adentra a la curva hasta llegar a su mínimo en el PM, donde comienza a aumentar la velocidad.

Tabla 7.2. Estadística descriptiva de la velocidad media y percentil 85

Parámetro	Velocidad Percentil 85 (km/h)				Velocidad Media (km/h)			
	60 A PC	PC	PM	PT	60 A PC	PC	PM	PT
Mínimo	79.65	76.65	61.55	73.1	66.27	63.00	54.36	61.07
Máximo	137.6	132.35	131.65	133.8	124.10	120.11	118.14	119.22
Promedio	103.76	103.22	101.24	104.02	90.78	89.36	87.64	90.41
Desviación estándar	12.00	11.89	15.30	13.22	11.39	11.35	13.44	12.42

Por otro lado, en la Tabla 7.3 se muestran las velocidades medias en cada punto estudiado de cada curva. Después de comparar dichas velocidades con los límites de velocidad de cada carretera a la que pertenece cada curva, se observa lo siguiente; en el punto 60 A PC el 68.33 % de los vehículos superan la velocidad límite, mientras que en el PC el 65 %, en el PM el 60 % y finalmente en el PT el 65 %.

Tabla 7.3. Velocidades medias en cada punto de cada curva

Número de curva	Velocidad media en el punto 60 A PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 A PC (km/h)	Velocidad media en el punto PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PC (km/h)	Velocidad media en el punto PM (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PM (km/h)	Velocidad media en el punto PT (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 PM (km/h)	Límite de velocidad (km/h)
1	82.02	11.09	78.09	12.18	90.52	13.99	80.57	12.68	90.00
2	80.41	12.06	78.64	14.67	81.50	16.96	86.52	14.27	90.00
3	91.20	12.06	91.25	14.67	90.14	16.96	87.93	14.27	90.00
4	99.59	13.29	90.43	15.74	93.73	15.25	92.61	14.90	90.00
5	96.02	13.08	93.30	10.99	89.36	14.68	95.95	16.08	90.00
6	90.27	13.06	91.70	12.45	94.18	15.85	94.43	16.41	90.00
7	99.68	15.39	94.45	10.93	86.75	10.81	89.70	10.61	80.00
8	96.89	13.22	97.05	14.25	100.02	15.65	97.64	11.04	80.00
9	77.84	15.47	79.82	15.76	83.45	16.40	85.23	13.32	90.00
10	68.32	21.84	63.00	17.52	58.23	17.13	71.86	14.89	90.00
11	81.82	11.56	77.75	13.00	87.66	12.70	80.91	12.76	90.00
12	96.05	15.54	91.75	15.76	104.27	20.28	99.50	13.13	80.00
13	93.41	16.26	93.89	17.05	93.34	18.78	96.07	17.59	80.00
14	94.20	16.81	96.48	18.39	89.25	18.28	93.73	19.26	80.00
15	88.73	16.66	84.50	14.35	82.11	16.18	89.18	17.25	80.00
16	92.73	11.38	97.59	15.43	92.23	15.07	96.75	18.28	80.00
17	93.39	18.09	93.20	15.41	92.11	17.03	94.41	18.57	80.00
18	89.09	12.02	84.89	15.44	85.75	12.91	89.52	13.22	80.00
19	91.59	9.68	94.20	11.56	92.48	11.99	95.34	13.31	80.00
20	90.25	13.73	92.16	13.96	83.84	14.63	87.98	15.62	80.00
21	90.93	12.17	85.05	8.46	80.18	6.50	86.61	9.52	80.00
22	87.68	11.04	96.89	10.82	87.93	8.72	95.16	12.41	80.00
23	91.82	11.37	87.66	9.92	81.89	10.97	86.57	9.66	80.00
24	79.11	8.96	82.07	7.89	78.52	6.15	79.86	8.69	80.00
25	87.70	12.32	89.98	12.05	88.20	9.51	88.20	11.21	80.00
26	80.55	8.06	79.91	7.50	76.70	7.81	78.68	9.24	80.00
27	78.39	9.62	85.39	10.27	79.27	10.22	79.32	9.84	80.00

Continuación de la Tabla 7.3. Velocidades medias en cada punto de cada curva

Número de curva	Velocidad media en el punto 60 A PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 A PC (km/h)	Velocidad media en el punto PC (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PC (km/h)	Velocidad media en el punto PM (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto PM (km/h)	Velocidad media en el punto PT (km/h)	Desviación estándar de las velocidades del punto 60 PM (km/h)	Límite de velocidad (km/h)
28	90.43	12.25	89.61	11.00	88.45	13.77	86.11	16.70	90.00
29	99.80	18.42	90.23	15.55	95.18	17.25	94.23	15.24	90.00
30	96.84	14.95	95.11	14.63	95.73	12.21	95.86	11.77	90.00
31	105.02	10.58	101.84	10.58	100.93	9.67	105.57	10.27	80.00
32	88.73	10.35	88.27	10.16	90.45	10.73	100.93	8.89	90.00
33	95.88	14.04	92.57	14.16	88.98	13.15	94.11	12.73	90.00
34	106.80	14.16	108.05	13.07	104.11	14.40	111.84	15.61	110.00
35	106.98	16.43	108.14	14.69	107.00	12.48	110.52	16.45	110.00
36	114.59	16.78	113.36	17.75	112.61	14.67	113.75	14.95	110.00
37	66.27	16.54	75.73	13.42	67.02	14.53	68.39	17.04	80.00
38	83.66	13.03	81.70	14.38	79.27	16.41	79.95	12.69	80.00
39	69.18	12.03	78.48	22.36	74.36	15.88	72.89	14.44	80.00
40	75.77	15.16	72.68	15.61	64.00	13.28	77.70	12.91	80.00
41	73.98	14.16	69.68	16.17	72.16	18.66	68.68	13.92	80.00
42	83.02	14.69	73.02	17.03	67.23	13.00	75.77	14.57	80.00
43	75.32	10.75	73.00	17.47	54.36	7.34	61.07	13.18	80.00
44	72.11	11.31	65.07	13.22	60.02	8.25	64.14	12.04	80.00
45	79.95	14.21	71.52	16.16	57.57	13.40	71.84	11.35	80.00
46	81.68	12.17	77.41	12.53	72.98	9.46	77.61	14.53	80.00
47	86.20	12.14	88.02	13.48	80.52	11.34	83.32	13.40	90.00
48	99.73	12.73	91.86	14.83	92.68	10.08	92.36	12.97	70.00
49	95.50	12.10	93.50	12.24	97.20	12.44	94.52	9.40	70.00
50	100.11	17.87	96.98	15.95	101.70	16.81	101.32	16.29	90.00
51	111.14	13.56	103.98	14.37	104.98	13.63	110.86	13.39	90.00
52	95.30	13.67	94.30	12.46	92.27	13.12	94.07	13.27	90.00
53	97.39	17.28	99.02	17.79	96.55	14.52	105.11	16.18	90.00
54	96.80	10.83	95.14	12.62	95.14	13.48	96.20	13.41	90.00
55	89.64	14.27	88.45	12.32	89.95	11.36	99.79	14.52	90.00
56	97.89	11.46	94.61	14.63	96.07	14.91	95.64	14.58	90.00
57	99.09	13.81	97.48	14.72	101.25	16.87	96.59	16.78	90.00
58	96.73	16.27	101.75	14.85	94.93	15.50	101.14	16.31	90.00
59	101.43	12.46	100.11	15.84	100.73	16.68	103.32	14.15	90.00
60	124.10	16.52	120.11	16.00	118.14	13.79	119.22	14.85	110.00

7.3 DESARROLLO DEL MODELO

Los modelos desarrollados se pueden ver en la Tabla 7.4 donde se observa que el radio de curvatura no se presenta en ninguno de los modelos (debido a que no fue estadísticamente significativo), además, el límite de velocidad resultó ser la variable estadísticamente más significativa en todos los modelos desarrollados. Los coeficientes de las variables son significativos debido a que presentan un valor-p menor que 0.05 (Tabla 7.5), con la única excepción de la variable L_c en la Ecuación 6.8, donde se sobrepasa por 0.0069 por lo que se considera que no es un valor significativo para no aceptarlo.

Tabla 7.4. Modelos desarrollados para cada punto en la curva.

Punto en la curva	Variable explicativa	R ²	Modelo	Lim. de velocidad del modelo (km/h)	Número de ecuación
60 A PC	Grado de curvatura	0.74	$V_{85} = 12.7112 - 2.35816 G_c - 0.04662 L_c + 1.26801 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.3
	Longitud de curvatura				
	Límite de velocidad				
60 A PC	Ángulo de deflexión	0.68	$V_{85} = -0.33955 - 0.4309 \Delta + 1.28807 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.4
	Límite de velocidad				
PC	Grado de curvatura	0.65	$V_{85} = 53.66443 - 2.61574 G_c + 0.688769 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.5
	Límite de velocidad				
PC	Ángulo de deflexión	0.69	$V_{85} = 6.903673 - 0.37629 \Delta + 1.194603 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.6
	Límite de velocidad				
PM	Grado de curvatura	0.75	$V_{85} = 27.74217 - 9.20702 G_c - 0.0904 L_c + 0.892477 \Delta + 1.106095 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.7
	Longitud de curvatura				
	Ángulo de deflexión				
	Límite de velocidad				
PM	Ángulo de deflexión	0.73	$V_{85} = 20.43533 - 0.27591 \Delta + 1.027115 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.8
	Límite de velocidad				
PT	Grado de curvatura	0.71	$V_{85} = 43.66809 - 2.68291 G_c + 0.800274 \text{ Lim. Vel.}$	80	6.9
	Límite de velocidad				
PT	Ángulo de deflexión	0.64	$V_{85} = 6.380292 - 0.19827 \Delta + 1.167379 \text{ Lim. Vel.}$	90	6.10
	Límite de velocidad				

Tabla 7.5. Estadística explicativa de las variables de los modelos desarrollados.

Ecuación	Parámetro	Coeficiente	Error estándar	Estadística t	valor-p
6.3	Gc	-2.3582	0.7995	-2.9495	0.0067
	Lc	-0.0466	0.0159	-2.9407	0.0068
	Lim. Vel.	1.2680	0.2025	6.2610	0.0000
6.4	Δ	-0.4309	0.0999	-4.3128	0.0002
	Lim. Vel.	1.2881	0.1929	6.6766	0.0000
6.5	Gc	-2.6157	1.0238	-2.5550	0.0177
	Lim. Vel.	0.6888	0.1410	4.8866	0.0001
6.6	Δ	-0.3763	0.0891	-4.2242	0.0003
	Lim. Vel.	1.1946	0.1720	6.9453	0.0000
6.7	Gc	-9.2070	3.1990	-2.8781	0.0096
	Lc	-0.0904	0.0446	-2.0273	0.0569
	Δ	0.8925	0.4035	2.2116	0.0394
	Lim. Vel.	1.1061	0.2446	4.5229	0.0002
6.8	Δ	-0.2759	0.0722	-3.8222	0.0010
	Lim. Vel.	1.0271	0.1419	7.2402	0.0000
6.9	Gc	-2.6829	1.0738	-2.4984	0.0208
	Lim. Vel.	0.8003	0.1467	5.4555	0.0000
6.10	Δ	-0.1983	0.0923	-2.1492	0.0424
	Lim. Vel.	1.1674	0.1814	6.4338	0.0000

7.4 EVALUACIÓN DE LAS CURVAS HORIZONTALES

Los modelos desarrollados en este trabajo, tuvieron la finalidad de ser aplicados en la evaluación de la consistencia de las curvas presentadas en la Tabla 7.6.

Tabla 7.6. Datos de las curvas usadas para la evaluación de la consistencia.

Número de curva	Velocidad límite	Radio de Curvatura (m)	Grado de curvatura (°)	Longitud de curvatura (m)	Ángulo de deflexión (°)	Latitud	Longitud	Longitud entre Tangentes (m)
1	80 Km/h	1168.96	0.98	368.62	19.11	20°20'16.04"N	102°11'23.19"O	2625.56
2		422.34	2.71	325.38	45.88	20°20'33.43"N	102° 9'43.05"O	
3	90 Km/h	771.06	1.49	322.59	24.20	21°26'9.82"N	101°13'33.73"O	739.933
4		1152.26	0.99	101.80	7.65	21°26'25.57"N	101°13'4.55"O	

Teniendo como resultado los niveles de consistencia mostrados en la Tabla 7.7.

Tabla 7.7. Resultados de la evaluación de la consistencia de curvas horizontales.

Curva No.	$V_{t85} - V_{estimada}$ (km/h)	Nivel de consistencia
1	25	Malo
2	21	Malo
3	11	Aceptable
4	1	Bueno

8. CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis planteada, al desarrollarse modelos en cuatro puntos de la curva, que estiman la velocidad de operación en curvas horizontales con base en sus características geométricas y la velocidad límite. Siendo todas estas variables significativas, ya que presentan valores de P por debajo de 0.05. De hecho, todas las ecuaciones tienen un nivel de correlación (R) “Alto” (en conformidad con la Tabla 5.1) ya que tienen valores de R de entre 0.8 y 0.87 (R^2 de entre 0.64 y 0.75).

Está comprobado por las estadísticas la importante contribución del factor “camino” en los accidentes viales. Los modelos aquí desarrollados tienen la finalidad de ser un indicador indirecto de la calidad de los diseños de los proyectistas y con ello mejorar la seguridad vial debido a que se podrán diseñar curvas horizontales más uniformes que se adapten de mejor manera a las expectativas de los conductores (mediante la evaluación de la consistencia de las curvas horizontales), evitando así errores de velocidad que lleven a los conductores a maniobras críticas que conduzcan a accidentes viales.

Los resultados de esta tesis pueden contribuir al mejoramiento de la normativa de diseño geométrico en el aspecto de consistencia, con la finalidad de que los proyectos se revisen y corrijan antes de que se lleguen a construir y así evitar carreteras de bajo estándar.

De la toma de velocidades, se observó que los vehículos comienzan a disminuir la velocidad conforme se adentran a la curva hasta llegar a su mínimo en el PM, a partir de aquí comienzan a aumentar la velocidad. Además, las comparaciones de las velocidades medias de los vehículos con las velocidades límite de las carreteras, indican que aproximadamente el 60% de los vehículos circulan por encima de la velocidad límite.

Radios de curvatura grandes con longitudes de curva grande provocan mayores velocidades de operación, mientras que radios pequeños con longitudes cortas generan velocidades de operación menores.

Por otra parte, se desarrollaron ocho ecuaciones para estimar la velocidad de operación en curvas horizontales; cuatro para carreteras con velocidades límite de 80 km/h y cuatro para 90 km/h. De los modelos, la variable con mayor significancia fue el límite de velocidad de la carretera. A su vez, al comparar los modelos desarrollados con algunos del estado del arte (Crisman et al., 2005; Pérez et al., 2010; Castro et al., 2011) se reafirma la necesidad de desarrollar modelos de estimación de velocidad de operación en curvas horizontales propios para cada país.

9. INVESTIGACIONES FUTURAS

En investigaciones futuras, se deben desarrollar modelos similares para los diferentes vehículos existentes, distintos al tipo A (vehículos ligeros), así como también para velocidades distintas a 80 y 90 km/h ya que serán esenciales en la evaluación de la consistencia de más carreteras a nivel nacional. Además, se necesitan más investigaciones que tomen en cuenta las restricciones de la visibilidad, como la densidad de la vegetación alrededor de las curvas, condiciones climáticas, y las condiciones del pavimento, debido a que estas condiciones pueden afectar la velocidad de operación.

Se recomienda que, en investigaciones futuras, se utilice un nivel de confianza mayor, por ejemplo 95 %, con la finalidad de tener un tamaño de muestra

más grande que caracterice de mejor manera la operación real de los vehículos en cada curva.

Debido a que en algunos modelos el grado de curvatura es una variable de significancia y sabiendo que es inversamente proporcional al radio de curvatura, se recomienda que en futuras investigaciones se busque relacionar el inverso del radio con las velocidades de operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AASHO (American Association of State Highway Officials) (1940). *A Policy on Highway Types (Geometric)*: Washington, DC.

AASHTO (2004). *A policy on geometric design of highways and streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO): Washington, D.C.

Aguilar S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. ISSN: 1405-2091.

Al-Masaeid H., Hamed M., Aboul-Ela M. y Ghannam A. (1995). Consistency of horizontal alignment for different vehicle classes. *Transportation Research Record*, (1500), 178-183.

Alonzo L. y Rodríguez G. (2005). *Carreteras*, Yucatán, México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán (294 páginas). ISBN: 968-6843-88-4.

CANACAR. (2019). Clasificación Carretera. Octubre, de Cámara Nacional del Autotransporte de Carga Sitio web: <https://canacar.com.mx/servicios/normatividad/clasificacion-carretera/#!/roads>

Casanova W., Abarca E., Galindo D. y Mendoza A. (2022) *Evaluación de la consistencia en el diseño del alineamiento horizontal; una medida de seguridad vial*. NOTAS No 195, 3.

Casanova W., Galindo D., Sarmiento I., Abarca E. y Mendoza A. (2021). *Evaluación de la consistencia en curvas horizontales a través de la velocidad de operación, en carreteras tipo A2 de la red carretera federal*. Publicación Técnica IMT (No. 645), Sanfandila, Qro.

Castro M. y Sánchez J. (2008), Procedimientos de evaluación de la consistencia del trazado de las carreteras: IHSDM, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Castro M., Pardillo-Mayora J., Sánchez J. (2005). Alignment indices as a tool to evaluate safety and design consistency in two lane rural roads. *3rd International Symposium on Highway Geometric Design*, on June 29 – July 2 of 2005, Chicago, Estados Unidos.

Castro M., Sánchez J. F., Sánchez J. A. y Iglesias L. (2011). Operating speed and speed differential for highway design consistency. *Journal of transportation engineering*, 137(11), 837-840.

Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. (2016). Exceso de Velocidad. CONASET, Ficha No 14, 5.

Crisman, B., Marchionna, A., Perco, P., & Roberti, R. (2005). Operating speed prediction model for two-lane rural roads. *In 3rd International Symposium on Highway Geometric Design*. Chicago.

Cuevas A., Mayoral E. y Mendoza A. (2011). *Definición de indicadores de seguridad vial en la red carretera federal*. Publicación Técnica IMT (No. 345), Sanfandila, Qro.

Cutnell J. y Johnson K. (2009). *Physics*. US: John Wiley & Sons, INC. (1088 páginas). ISBN: 978-0-470-22355-0.

Delgado D., Medina L., Ulate J. y García R. (2021). Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica. *Enfoque UTE*, 12(2), 52-68.

Dell'Acqua G., Busiello M. y Russo F. (2013). Safety data analysis to evaluate highway alignment consistency. *Transportation Research Record*, 2349(1), 121-128.

Depestre R., Martínez D. y García E. (2012). Modelos de perfil de velocidad para evaluación de consistencia del trazado en carreteras de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista Ingeniería de Construcción*. 27(2), 71-82.

Echaveguren T. y Díaz Á. (2016). Perfiles de velocidad de operación en curvas horizontales aisladas. *Ingeniería de Transporte*, 18(2), 25-32.

Echaveguren T. y Larenas D. (2017) ANÁLISIS DE LA DISTANCIA DE MANIOBRA EN CURVAS HORIZONTALES AISLADAS DE CAMINOS RURALES BIDIRECCIONALES. XVIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte – La Serena – 24 - 26 Octubre 2017

Echaveguren T. y Sáez J. (2001). Indicadores de Consistencia en el Diseño Geométrico de Carreteras. *X Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, 9-12 de octubre de 2001, Santiago. Chile, 315 – 327.

Echaveguren T., Bustos M., y De Solminihac H. (2005). Assessment of horizontal curves of an existing road using reliability concepts. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(6), 1030-1038.

Echaveguren T., Vargas S., Altamira A., y Riveros D. (2009). Criterios para el análisis de consistencia del diseño geométrico: velocidad, aceleración, visibilidad y confiabilidad. *XV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito*, 14-18 de septiembre 2009, Artículo A-59.

Echaveguren, Tomás. (2012). Análisis de consistencia de caminos bidireccionales usando mediciones continuas de velocidad de operación obtenidas con GPS. *Revista ingeniería de construcción*, 27(2), 55-70.

Federal Highway Administration (FHWA). “*HSDM Design Consistency Module*”. Engineer’s Manual, FHWA, Washington, D.C., EE.UU., 2004.

Findley Daniel J., Hummer Joseph E., Rasdorf William, Zegeer Charles V. y Fowler Tyler J. (2012). Modeling the impact of spatial relationships on horizontal curve safety. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 296-304

Fitzpatrick K. (2000). *Evaluation of design consistency methods for two-lane rural highways*: Federal Highway Administration. No. FHWA-RD-99-173.

Fuller R. y Santos J. (2002). Human Factors for Highway Engineers. *The Netherlands: Pergamon*, Amsterdam.

García A., Llopis D., Pérez A. y Camacho F. (2013). Homogeneous Road Segment Identification Based On Inertial Operating Speed. *92nd Annual Meeting on Transportation Research Board*, January 13-17, 2013. No. 13-3545.

García F. (2005). *El topógrafo descalzo*. México DF, México: Editorial Pax México. (455 páginas). ISBN: 968-860-793-2.

García, Yasmany, Altamina, Aníbal, Echaveguren, Tomás, & Marcet, Juan. (2017). Acceleration and Deceleration Models on Horizontal Curves on Two-Lane Rural Roads in San Juan, Argentina. *Revista Politécnica*, 39(2), 41-50.

Glennon J. y Harwood D. (1978). Highway design consistency and systematic design related to highway safety. *Transportation Research Record*: vol. 681, p. 77-88.

Gooch Jeffrey P., Gayah Vikash V. y Donnell Eric T. (2016) Quantifying the safety effects of horizontal curves on two-way, two-lane rural roads. *Accident Analysis & Prevention*, 92, 71-81.

Guerrero J. (2017). *Ingeniería de Vías Férreas*. México DF, México: Lulu. (522 páginas). ISBN: 978-1-326-93551-1.

Hassan Y. (2004). Highway design consistency: Refining the state of knowledge and practice. *Transportation Research Record*, 1881(1), 63-71.

Hauer, E., (1999). Safety and the choice of degree of curve. *Transportation Research Record*, 1665(1), 22-27.

Jacob A. y Anjaneyulu M. (2013). Operating speed of different classes of vehicles at horizontal curves on two-lane rural highways. *Journal of Transportation Engineering*, 139(3), 287-294.

Jahn G., Oehme A., Krems J. y Gelau C (2005). Peripheral detection as a workload measure in driving: Effects of traffic complexity and route guidance system use in a driving study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 8, no. 3, pp. 255-275.

Kanellaidis, G., Golias, J., & Efstathiadis, S. (1990). Drivers' speed behaviour on rural road curves. *Traffic Engineering and Control*, 31(7-8), 414-415.

Krammes R. (1997). Interactive highway safety design model: Design consistency module. *Public Roads*, 61(2), 47–52.

Krammes R., Rao k. y Oh H. (1995). Highway geometric design consistency software. *Transportation Research Record*. 1500, 19 – 24.

Krammes, R. A., Fitzpatrick, K., Blaschke, J. D., & Fambro, D. B. (1996). *Speed: understanding design, operating, and posted speed* (FHWA report No. 1465-1).

Lamm R. y Choveiri, E. (1987), Recommendations for evaluating horizontal design consistency based on investigations in the state of New York, *Transportation Research Record*, 1122(68), e78.

Lamm R., Psarianos B. y Mailaender T. (1999). *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*, New York, US: Mc Graw-Hill Professional Publishing. (1088 páginas). ISBN: 0070382956

Lamm, R., Choueiri, E. M., & Mailaender, T. (1991). Side friction demand versus side friction assumed for curve design on two-lane rural highways. *Transportation Research Record*, 1303, 11-21.

Lamm, R., Hayward, J. C., & Cargin, J. G. (1986). Comparison of different procedures for evaluating speed consistency. *Transportation Research Record*, (1100).

Llopis-Castelló D., Camacho-Torregrosa F. J., y García A. (2018). Calibration of the inertial consistency index to assess road safety on horizontal curves of two-lane rural roads. *Accident Analysis & Prevention*, 118, 1-10.

Maji, A., Sil, G., & Tyagi, A. (2018). 85th and 98th percentile speed prediction models of car, light, and heavy commercial vehicles for four-lane divided rural highways. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 144(5), 04018009.].

Makishita H. y Matsunaga K. (2008). Differences of drivers' reaction times according to age and mental workload. *Accident Analysis & Prevention*: vol. 40, no 2, p. 567-575.

- McFadden J. y Elefteriadou L. (2000). Evaluating horizontal alignment design consistency of two-lane rural highways: Development of new procedure. *Transportation Research Record*, 1737(1), 9-17.
- McLean J. (1981). Driver speed behavior and rural road alignment design. *Traffic Engineering y Control*, 4, 208 – 211.
- Medina A., y Tarko A. (2005). Speed factors on two-lane rural highways in free-flow conditions. *Transportation Research Record*, 1912(1), 39-46.
- Medina, A. M. F., & Tarko, A. P. (2004). *Reconciling speed limits with design speeds* (No. FHWA/IN/JTRP-2004/26).
- Messer (1980). Methodology for Evaluating Geometric Design Consistency. *Transportation Research Record: Vol. 757*, pp. 7 – 14.
- Misaghi P. y Hassan Y. (2005). Modeling operating speed and speed differential on two-lane rural roads. *Journal of Transportation Engineering*, 131(6), 408-418.
- Mohammed, A. A., Ambak, K., Mosa, A. M., & Syamsunur, D. (2019). A review of traffic accidents and related practices worldwide. *The Open Transportation Journal*, 13(1).
- Montgomery D. C. y Runger G. C. (2010). Applied statistics and probability for engineers. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-20454-4.
- Morrall J. F. y Talarico R. J. (1994). Side friction demanded and margins of safety on horizontal curves. *Transportation Research Record: vol. 1435*, pp. 145.
- Nama, S., Maurya, A. K., Maji, A., Edara, P., & Sahu, P. K. (2016). Vehicle speed characteristics and alignment design consistency for mountainous roads. *Transportation in Developing Economies*, 2(2), 23.
- NG J. y Sayed T. (2004). Effect of geometric design consistency on road safety. *Canadian Journal of Civil Engineering: vol. 31, no 2*, p. 218-227.
- Nie, B., and Hassan, Y. (2007). Modeling Driver Speed Behavior on Horizontal Curves of Different Road Classifications. Presented at 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C. (No. 07-0782).
- Olabarria, M., Santamariña-Rubio, E., Marí-Dell'Olmo, M., Gotsens, M., Novoa, A. M., Borrell, C., & Pérez, K. (2015). Head-on crashes on two-way interurban roads: a public health concern in road safety. *Gaceta sanitaria*, 29, 16-23.
- Peláez, I. M. (2016). Modelos de regresión: lineal simple y regresión logística. *Revista Seden*, 14, 195-214.

Pérez Zuriaga, A. M., García García, A., Camacho-Torregrosa, F. J., y D'Attoma, P. (2010). Modeling operating speed and deceleration on two-lane rural roads with global positioning system data. *Transportation Research Record*, 2171, 11-20.

Pérez, A. M., Camacho, F. J., & García, A. (2011). La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial. Cuaderno Tecnológico de la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera, (6), 64.

Polus A. y Mattar-Habib C. (2004). New consistency model for rural highways and its relationship to safety. *Journal of Transportation Engineering*, 130(3), 286 – 293.

Polus, A y Dagan, D (1987). Models for Evaluating The Consistency of Highway Alignment. *Transportation Research Record*. 1122, 47 – 56.

Posada J., Cadavid S. y Castro L. (2014). Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 39-47.

Radimsky M., Matuszkova R. y Budik, O. (2016). Relationship between horizontal curves design and accident rate. *Jurnal Teknologi*, 78(5-2).

Russo F., Mauro R. y Dell'Acqua G. (2012). Rural highway design consistency evaluation model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 53, 952-960.

Sánchez J. y Castro M. (2003). Procedimientos de evaluación de la consistencia del trazado de las carreteras: IHSDM. *Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras*, 96, 5-14.

SCT. (1984). *Normas de Servicios Técnicos*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SCT. (2018). *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*. México: Dirección General de Servicios Técnicos, SCT.

Sebastián y Del hoyo M. (2002). "La carga mental de trabajo". Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

SEDESOL (2006). *Manual de estudios de ingeniería de tránsito. Tomo XII*, México, D.F.: SEDESOL.

Sil, G., Maji, A., Nama, S., y Maurya, A. K. (2019). Operating speed prediction model as a tool for consistency based geometric design of four-lane divided highways. *Transport*, 34(4), 425-436.

Solminihaç, Echaveguren y Vargas (2007). Friction reliability criteria applied to horizontal design of low volume roads. *Transportation Research Record*. 1989, 138 – 147.

Stamatiadis N. (2005). Context-sensitive design: Issues with design elements. *Journal of transportation engineering*: vol. 131, no 5, p. 374-378.

Stamatiadis N., Bailey K., Grossardt T. y Ripy J. (2010). Evaluation of highway design parameters on influencing operator speeds through casewise visual evaluation. *Transportation research record*, 2195(1), 143-149.

Torres M., Paz K. y Salazar F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín Electrónico*, Universidad Rafael Landívar en Guatemala, 2, 1-13.

Van der Horst, R. (2004). Occlusion as a measure for visual workload: an overview of TNO occlusion research in car driving. *Applied Ergonomics*: Vol. 35, pp. 189–196.

ANEXOS

TOMA DE VELOCIDADES EN CAMPO

A continuación, se presentan todos los datos de velocidades obtenidos en campo, cada curva tiene un sentido interno y otro externo, por lo que se decidió seccionar la toma de datos conforme al sentido que tenía el vehículo al momento de tomar su velocidad.

CURVA 1								
	EXTERIOR				INTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	66	79	102	72	83	62	77	90
2	89	72	95	86	72	64	80	82
3	86	72	91	85	88	67	128	80
4	76	103	85	78	88	80	94	86
5	60	89	92	85	84	69	103	71
6	83	58	113	105	64	56	72	83
7	96	62	105	96	88	67	91	89
8	78	74	91	63	91	60	86	81
9	79	58	100	96	85	68	105	94
10	62	73	86	96	72	103	69	87
11	70	67	87	80	89	84	84	102
12	75	64	95	87	82	67	92	97
13	91	62	80	79	88	82	108	79
14	80	76	82	73	83	84	113	70
15	73	72	79	84	68	82	121	93
16	82	63	65	100	91	84	80	73
17	90	80	87	79	80	76	82	82
18	86	75	87	110	77	93	84	68
19	85	79	80	85	114	80	109	92
20	63	66	96	90	101	79	68	92
21	79	65	90	86	104	84	87	90
22	82	56	69	60	86	79	93	90

CURVA 2								
	EXTERIOR				INTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	106	81	65	89	86	86	90	67
2	86	70	80	102	90	101	70	78
3	91	69	118	95	79	67	73	103
4	72	97	76	84	86	89	77	96
5	60	46	69	82	66	102	102	80
6	83	90	64	96	54	66	79	71
7	79	57	66	70	62	70	94	60
8	82	65	68	77	67	85	62	87
9	78	60	50	83	81	84	96	52
10	92	63	80	95	91	65	54	89
11	72	82	96	67	79	70	108	109
12	70	90	90	71	76	79	105	103
13	93	74	92	91	107	89	72	83
14	84	80	93	116	85	68	101	77
15	73	75	78	121	83	64	55	76
16	86	82	76	78	63	81	79	81
17	84	68	85	80	98	94	85	99
18	85	75	59	100	84	99	80	75
19	91	86	93	117	62	92	72	100
20	84	52	73	79	75	89	111	99
21	59	75	64	104	78	97	108	75
22	78	84	69	89	98	84	109	79

CURVA 3								
	INTERIOR				EXTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	69	108	63	70	72	80	96	73
2	97	97	71	52	104	122	119	103
3	101	75	103	93	65	87	81	70
4	97	106	96	73	87	88	92	100
5	104	107	89	65	93	110	86	71
6	132	88	93	85	74	76	81	82
7	72	94	95	80	82	105	90	97
8	79	83	52	84	68	114	95	96
9	104	104	120	72	45	121	97	89
10	113	87	78	89	105	86	87	109
11	96	81	81	80	105	108	111	101
12	92	74	103	85	81	93	82	93
13	87	97	78	69	99	91	73	92
14	85	72	82	67	114	98	107	87
15	82	95	106	111	97	124	83	80
16	86	111	78	74	91	123	91	92
17	97	97	99	51	109	93	82	89
18	96	93	96	49	66	96	75	77
19	84	87	94	82	93	83	79	107
20	80	102	102	94	88	98	111	93
21	99	107	76	61	90	85	101	92
22	110	77	90	90	123	112	102	80

CURVA 4								
	INTERIOR				EXTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	102	96	84	89	74	98	91	88
2	119	101	109	99	76	73	102	95
3	130	103	98	104	102	89	68	93
4	104	99	114	89	79	84	75	67
5	101	66	107	95	78	92	69	62
6	75	54	88	91	96	101	78	89
7	90	80	118	80	118	70	77	82
8	96	69	105	94	112	62	92	73
9	90	108	105	79	105	72	81	73
10	86	104	99	81	110	83	83	87
11	95	92	101	89	103	79	82	96
12	106	95	81	93	105	92	89	102
13	102	75	77	101	103	84	103	107
14	100	113	107	126	113	83	88	77
15	87	102	119	108	102	87	134	93
16	92	69	131	96	94	78	86	110
17	125	87	103	94	94	102	89	108
18	101	112	108	110	123	92	94	109
19	101	96	76	111	88	90	83	94
20	94	101	92	95	116	103	90	88
21	103	64	91	126	98	92	82	83
22	85	100	85	80	109	139	90	117

CURVA 5								
	EXTERIOR				INTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	106	93	75	75	91	97	106	106
2	91	95	66	115	96	93	84	72
3	126	89	85	90	112	81	78	90
4	99	86	85	116	105	75	101	98
5	91	80	110	120	74	87	62	114
6	88	86	116	94	103	65	96	106
7	93	106	89	81	86	90	85	76
8	92	89	106	93	94	96	68	86
9	97	104	75	88	85	78	82	91
10	113	107	102	78	89	83	82	90
11	114	73	94	107	88	77	88	85
12	110	99	95	103	73	76	95	94
13	112	86	79	100	98	97	81	85
14	93	107	90	96	92	97	79	83
15	98	109	79	130	94	115	88	83
16	81	85	68	113	88	83	102	96
17	95	87	76	112	77	94	120	101
18	81	81	78	109	79	113	87	92
19	101	103	98	100	86	115	90	98
20	107	117	92	107	89	130	85	93
21	104	101	106	69	109	111	122	95
22	89	109	72	88	136	85	115	79

CURVA 6								
	INTERIOR				EXTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	94	78	80	103	75	75	88	85
2	116	85	68	105	95	76	82	100
3	81	84	66	65	85	77	89	88
4	71	103	102	93	108	119	104	83
5	108	100	123	85	111	107	93	111
6	67	73	65	78	92	104	71	113
7	93	83	98	85	82	106	85	95
8	91	89	82	92	84	107	90	83
9	70	96	75	108	92	113	95	76
10	84	78	65	79	83	111	117	95
11	96	77	87	102	92	124	94	88
12	87	90	95	87	103	119	99	96
13	89	96	89	92	94	119	110	108
14	88	102	106	82	107	82	112	96
15	99	120	93	85	97	76	103	105
16	66	96	70	97	84	89	78	99
17	87	74	116	102	96	124	121	96
18	66	103	107	72	83	109	106	85
19	87	85	103	90	107	90	107	73
20	95	80	99	101	123	106	94	87
21	74	86	86	80	84	83	120	127
22	88	83	110	54	98	102	101	85

CURVA 7								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	112	103	83	83	88	71	76	96
2	106	89	104	96	112	81	109	83
3	101	98	93	84	111	70	87	99
4	76	103	92	85	125	102	69	106
5	111	79	107	104	95	102	97	86
6	101	95	92	100	89	83	64	115
7	111	105	94	96	111	77	92	89
8	100	93	91	81	130	80	103	86
9	108	112	75	94	119	88	67	74
10	93	98	86	90	83	100	90	81
11	96	100	81	93	88	100	91	107
12	79	97	90	109	88	85	82	115
13	84	103	84	105	124	91	91	85
14	116	96	85	92	126	82	91	82
15	83	91	99	99	107	78	78	91
16	99	89	72	92	127	93	82	105
17	103	104	80	85	85	103	96	108
18	92	97	76	115	104	86	84	76
19	93	92	84	81	86	74	87	83
20	101	79	88	70	83	92	95	89
21	77	84	94	91	111	96	98	108
22	76	79	66	85	76	83	72	106

CURVA 8								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	114	94	95	98	101	110	124	108
2	106	105	97	87	85	87	93	89
3	115	96	100	75	97	128	116	94
4	100	121	94	88	90	111	107	116
5	101	96	118	98	82	101	96	126
6	114	80	75	97	82	92	96	92
7	86	118	117	101	104	95	77	73
8	109	93	91	97	99	92	82	82
9	112	118	112	90	93	101	103	91
10	102	90	116	101	73	80	80	85
11	104	94	94	74	72	101	92	107
12	90	110	116	108	106	89	78	75
13	97	87	127	96	112	95	96	95
14	107	106	84	100	65	110	116	102
15	94	135	108	116	105	80	84	81
16	88	93	123	99	95	94	114	109
17	110	79	79	101	79	92	90	94
18	132	97	76	102	96	93	106	93
19	91	83	89	103	88	78	110	85
20	79	120	76	102	96	105	131	94
21	109	103	117	104	89	100	104	92
22	95	83	92	116	99	109	110	86

CURVA 9								
	INTERIOR				EXTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	55	74	92	80	93	84	57	69
2	70	75	58	89	75	68	83	116
3	85	77	58	97	88	68	81	78
4	74	80	81	68	95	42	85	96
5	93	95	96	87	85	74	72	93
6	98	50	83	91	84	83	63	84
7	74	84	54	99	60	92	79	83
8	67	69	96	100	107	85	84	60
9	77	92	85	89	76	89	81	106
10	68	93	145	89	105	86	90	96
11	71	81	91	90	60	72	95	58
12	66	79	75	57	110	92	91	52
13	76	78	72	103	67	90	72	61
14	52	83	98	103	77	88	92	105
15	84	75	93	86	89	99	91	102
16	83	83	94	101	84	100	89	78
17	84	42	58	88	96	76	108	73
18	78	67	76	81	86	82	102	90
19	47	70	61	103	96	78	98	83
20	65	68	85	110	67	65	84	80
21	44	57	66	80	85	74	85	96
22	60	87	91	86	69	86	82	94

CURVA 10								
	EXTERIOR				INTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	75	55	46	88	29	58	84	48
2	80	83	56	104	38	61	45	52
3	76	70	55	89	45	82	45	54
4	97	101	31	94	66	92	55	58
5	87	112	36	61	49	69	55	55
6	114	92	32	78	55	67	53	55
7	56	65	35	79	45	58	56	55
8	87	96	45	66	44	95	51	66
9	91	109	63	83	64	66	52	61
10	84	56	59	60	52	80	48	53
11	77	46	52	60	36	50	64	51
12	84	52	46	86	44	60	70	78
13	93	48	58	83	54	69	62	46
14	88	45	35	61	52	79	87	64
15	95	69	64	75	62	52	89	66
16	104	75	66	76	58	62	86	48
17	80	73	59	55	45	59	69	63
18	81	61	48	115	52	64	43	64
19	79	37	33	78	58	72	76	69
20	103	41	55	69	52	49	99	64
21	72	49	69	65	42	51	93	42
22	107	60	55	77	54	65	82	65

CURVA 11								
	INTERIOR				EXTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	92	80	77	68	65	66	90	99
2	80	68	82	98	91	86	106	93
3	80	69	95	103	77	67	99	62
4	91	91	74	69	77	104	84	92
5	56	75	84	74	77	98	102	89
6	100	76	75	80	64	91	93	73
7	91	87	77	76	64	72	84	77
8	69	97	103	78	96	89	88	73
9	84	59	77	78	92	104	46	84
10	89	53	99	69	118	67	113	92
11	68	72	105	77	88	79	107	72
12	84	79	73	69	80	90	105	81
13	84	74	79	70	85	88	105	102
14	78	82	83	74	100	110	81	68
15	71	83	75	86	76	65	93	70
16	88	64	73	77	73	78	95	83
17	94	84	90	70	72	82	81	89
18	90	56	93	79	84	88	86	98
19	77	59	79	82	76	78	87	89
20	74	68	77	64	89	69	103	99
21	68	63	82	109	81	63	82	73
22	81	58	85	86	86	90	90	66

CURVA 12								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	101	105	78	103	87	102	120	90
2	111	110	75	79	77	105	80	90
3	109	92	108	90	88	115	77	82
4	106	102	73	100	86	93	114	91
5	89	99	85	85	80	108	111	106
6	129	107	87	94	102	98	97	102
7	73	103	115	71	79	76	78	83
8	96	110	106	99	69	67	109	84
9	98	90	90	105	84	107	108	92
10	90	105	122	125	86	105	151	94
11	97	103	73	93	94	72	104	101
12	104	89	95	72	93	76	115	107
13	96	98	106	106	112	135	137	105
14	75	110	107	77	99	76	131	77
15	78	86	133	91	99	83	121	112
16	114	109	91	80	115	98	98	133
17	100	105	92	92	138	114	83	72
18	109	103	74	71	114	93	129	124
19	77	114	130	81	97	78	98	125
20	83	87	130	111	118	87	107	96
21	70	81	104	80	93	70	95	118
22	101	85	139	86	110	88	112	101

CURVA 13								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	94	135	68	81	95	73	105	93
2	93	87	89	70	109	97	96	71
3	76	81	90	107	90	112	81	117
4	69	81	140	74	89	145	108	87
5	88	88	104	96	92	92	111	88
6	92	64	73	115	128	105	112	92
7	68	82	63	87	102	88	80	94
8	139	101	92	85	92	103	97	93
9	63	85	83	100	87	113	129	112
10	101	72	84	114	107	94	90	94
11	68	102	89	84	100	79	118	98
12	112	55	67	86	109	119	109	94
13	99	69	79	70	86	120	111	91
14	81	119	81	82	125	119	97	112
15	128	88	87	88	92	93	123	89
16	88	95	79	90	92	105	93	93
17	77	88	83	88	90	67	81	123
18	104	84	61	90	87	107	101	112
19	75	122	62	127	88	119	110	95
20	94	68	78	84	94	63	89	97
21	82	92	82	99	79	109	133	123
22	87	114	98	96	99	92	101	91

CURVA 14								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	92	111	79	88	115	84	92	77
2	73	101	83	88	113	101	128	110
3	99	76	95	119	136	99	85	111
4	89	79	68	76	98	88	134	108
5	112	80	60	87	102	107	109	75
6	108	106	96	88	84	112	73	84
7	72	97	96	68	76	97	69	96
8	108	96	84	87	128	95	119	107
9	119	81	80	79	85	75	99	107
10	90	81	93	63	82	68	117	125
11	90	68	69	95	83	93	84	106
12	102	81	75	69	99	94	101	86
13	69	80	96	107	97	101	120	87
14	69	66	57	165	95	87	96	105
15	85	78	101	88	62	139	102	90
16	101	113	67	74	105	97	95	136
17	86	115	69	81	79	81	96	89
18	102	87	103	65	75	93	88	145
19	78	107	78	102	87	121	51	121
20	87	65	75	109	76	105	87	115
21	121	84	88	97	106	81	101	102
22	98	98	86	109	112	102	83	113

CURVA 15								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	60	90	72	63	94	78	103	77
2	72	100	69	88	105	114	73	112
3	68	104	110	100	88	89	86	114
4	87	77	122	60	131	93	92	110
5	68	64	94	86	80	100	95	87
6	64	85	63	73	110	97	55	78
7	70	87	91	96	77	75	96	111
8	79	75	64	68	95	87	108	105
9	93	124	91	72	103	103	73	79
10	66	67	55	101	93	89	85	90
11	94	65	85	50	106	95	84	96
12	80	65	71	76	92	100	69	78
13	116	96	64	86	95	104	79	109
14	108	111	74	73	116	95	85	83
15	92	80	71	74	93	103	78	82
16	84	61	92	67	105	76	67	104
17	86	94	89	82	107	90	67	73
18	82	66	78	75	100	88	95	102
19	83	90	87	93	82	103	96	101
20	66	86	66	80	90	84	93	130
21	88	80	118	65	83	88	73	70
22	51	71	54	59	102	80	81	95

CURVA 16								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	101	80	80	77	96	108	95	94
2	103	76	70	89	101	79	99	74
3	107	138	101	72	98	122	75	88
4	92	111	68	82	95	101	71	123
5	78	119	85	93	99	93	117	100
6	92	101	71	80	120	98	121	113
7	84	84	102	113	106	92	102	72
8	101	92	95	103	87	97	83	69
9	98	75	79	102	85	62	99	87
10	85	82	81	121	84	124	77	91
11	91	94	81	137	106	93	104	100
12	74	100	92	121	105	74	79	104
13	89	104	89	95	79	117	81	102
14	97	137	102	102	95	94	93	109
15	74	103	104	89	94	116	100	113
16	90	93	102	79	93	84	119	98
17	80	103	92	74	101	132	92	97
18	98	94	75	78	109	117	94	107
19	92	102	102	117	85	116	93	105
20	69	108	85	84	81	69	79	76
21	66	99	105	99	107	92	125	93
22	95	86	75	76	98	94	124	98

CURVA 17								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	104	93	98	80	67	120	55	87
2	85	85	76	99	77	116	82	81
3	106	111	84	71	77	95	88	83
4	94	75	93	101	95	98	111	108
5	71	97	93	82	113	80	74	112
6	70	83	89	77	95	91	125	84
7	86	104	99	112	78	110	81	88
8	149	97	100	67	103	80	60	100
9	134	99	80	106	76	92	75	95
10	107	83	89	112	83	71	108	84
11	104	71	85	107	53	80	118	83
12	99	128	116	85	109	124	122	86
13	83	69	76	85	92	86	81	71
14	96	93	92	83	119	82	105	100
15	77	69	74	99	110	111	91	88
16	114	104	100	78	101	98	99	112
17	102	96	113	86	68	94	78	148
18	95	93	75	88	81	108	105	77
19	95	84	62	83	89	124	112	102
20	101	108	88	97	88	72	91	78
21	110	100	86	119	84	80	115	70
22	87	148	119	89	82	83	90	127

CURVA 18								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	98	83	103	93	81	71	80	95
2	66	99	74	103	96	93	80	117
3	90	102	80	68	93	94	108	77
4	108	77	86	52	81	99	88	58
5	80	83	68	125	102	117	84	89
6	81	95	68	63	81	76	81	95
7	72	109	81	74	106	85	77	106
8	94	85	97	75	96	89	100	55
9	65	83	89	69	79	82	65	69
10	76	112	70	94	79	101	85	83
11	86	101	81	85	92	77	85	84
12	97	95	95	85	94	87	105	103
13	64	92	71	93	85	76	124	78
14	83	96	70	62	92	105	92	100
15	82	74	68	88	110	107	109	91
16	85	82	90	65	101	100	87	100
17	82	81	97	69	108	93	77	93
18	94	74	71	101	102	82	85	104
19	76	84	80	59	103	87	87	90
20	91	82	95	69	93	77	85	93
21	74	95	81	93	102	85	107	108
22	98	83	86	85	102	82	81	84

CURVA 19								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	95	89	85	98	87	79	102	89
2	81	92	79	76	121	89	81	111
3	96	99	113	88	85	110	83	91
4	89	86	92	81	95	80	76	79
5	92	100	82	97	85	75	91	85
6	101	101	86	105	99	115	93	74
7	92	97	80	87	113	82	97	134
8	87	94	107	77	95	100	103	102
9	69	91	95	115	79	85	86	88
10	96	92	83	90	96	100	77	92
11	100	88	86	84	93	93	85	83
12	90	106	106	88	98	104	81	76
13	81	97	109	78	98	97	84	85
14	95	107	109	108	96	120	83	83
15	83	86	102	89	88	97	80	78
16	114	104	106	85	72	90	131	105
17	98	97	91	89	94	117	92	96
18	90	95	83	108	87	72	100	89
19	86	94	91	104	87	92	86	104
20	88	120	106	111	89	110	91	88
21	82	110	78	107	93	122	93	95
22	90	90	96	100	85	101	109	83

CURVA 20								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	97	99	89	114	76	78	85	83
2	94	76	86	97	80	77	66	71
3	96	109	93	95	85	85	91	85
4	99	85	133	81	101	95	57	86
5	100	116	84	96	91	87	102	88
6	78	87	77	94	89	82	94	80
7	73	84	91	101	84	95	84	60
8	120	94	94	112	89	87	68	85
9	74	79	91	102	79	82	73	88
10	76	85	82	81	101	84	73	100
11	79	106	89	90	113	79	72	78
12	98	103	95	84	65	95	74	67
13	109	71	101	108	90	87	81	76
14	129	121	77	116	74	78	65	69
15	87	70	83	87	97	126	71	78
16	97	88	99	71	74	99	70	87
17	104	130	88	106	88	95	55	109
18	94	95	90	84	78	83	80	113
19	75	80	119	105	107	88	75	101
20	96	74	85	135	78	87	63	62
21	95	89	81	66	81	93	84	90
22	103	95	88	80	78	88	91	79

CURVA 21								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	75	75	71	57	72	80	71	68
2	77	78	72	70	75	80	71	72
3	78	79	72	73	75	81	74	73
4	79	80	72	74	76	82	74	76
5	82	80	77	76	77	85	75	77
6	83	81	77	77	79	85	75	77
7	90	83	78	77	79	87	75	77
8	91	86	78	78	80	87	78	79
9	92	87	78	78	82	87	78	80
10	93	88	78	80	86	88	79	80
11	93	88	78	80	86	89	79	81
12	94	89	79	82	88	89	79	83
13	96	90	80	82	89	90	80	83
14	96	92	82	82	90	91	81	84
15	97	94	83	84	91	91	81	85
16	100	96	85	85	94	93	81	86
17	102	99	86	86	96	93	82	93
18	102	100	88	86	96	94	82	93
19	112	103	88	86	100	98	83	94
20	113	103	89	93	100	98	84	94
21	119	103	94	96	100	98	85	97
22	123	105	98	96	103	98	98	100

CURVA 22								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	72	57	72	81	60	87	69	84
2	73	68	73	82	76	88	78	85
3	74	77	74	83	82	92	78	86
4	75	78	76	83	83	92	79	90
5	76	83	81	83	83	92	81	91
6	79	85	82	85	85	93	83	91
7	79	87	88	85	86	94	83	93
8	81	89	88	89	87	94	84	94
9	81	90	88	89	88	95	84	95
10	82	90	89	90	90	95	85	96
11	82	92	90	91	91	95	85	98
12	83	94	90	93	92	96	87	98
13	84	95	91	94	92	97	88	99
14	85	96	92	95	94	101	89	102
15	87	96	92	98	94	102	92	102
16	87	99	92	100	94	102	92	106
17	88	100	93	102	94	106	92	106
18	91	106	93	102	99	109	95	109
19	92	106	94	103	101	112	99	109
20	96	107	95	105	103	115	101	111
21	102	111	97	106	104	123	102	115
22	109	95	103	114	122	130	110	126

CURVA 23								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	73	68	61	72	71	68	62	70
2	74	69	69	73	73	71	66	73
3	79	73	70	77	74	74	68	73
4	79	76	71	78	76	76	69	79
5	80	81	71	81	79	77	71	80
6	84	81	74	82	84	78	71	80
7	91	82	75	84	84	79	72	81
8	92	82	78	84	87	80	75	82
9	92	82	79	85	87	80	76	83
10	94	86	81	90	87	81	77	87
11	94	87	82	90	88	88	80	87
12	95	88	84	91	93	89	83	87
13	95	88	86	92	95	91	85	87
14	95	90	87	93	95	91	86	88
15	96	90	87	94	99	93	86	88
16	96	93	88	95	99	93	86	93
17	98	93	91	95	100	94	90	94
18	98	93	94	96	101	95	93	94
19	104	95	94	98	103	96	93	96
20	104	95	96	99	107	98	95	97
21	107	99	99	100	109	100	97	98
22	115	112	103	111	114	105	102	109

CURVA 24								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	80	88	73	71	80	90	83	78
2	82	86	67	81	76	83	76	77
3	74	70	64	84	69	70	78	85
4	75	77	75	69	86	68	81	79
5	73	72	79	80	79	74	80	78
6	79	84	75	60	77	87	90	85
7	72	80	84	73	88	91	86	76
8	68	99	81	97	102	85	79	86
9	79	97	68	75	92	78	79	81
10	76	76	70	103	86	78	75	81
11	93	74	76	86	83	74	73	92
12	73	80	81	72	72	72	81	88
13	80	75	80	95	86	74	77	84
14	63	86	76	80	108	82	76	80
15	71	82	76	85	81	68	81	104
16	64	75	80	84	76	85	82	73
17	67	73	84	90	84	87	93	74
18	79	88	87	85	75	80	90	89
19	76	87	73	68	87	74	85	76
20	72	80	72	80	85	72	84	68
21	72	82	74	87	78	80	82	95
22	86	79	71	79	77	78	78	92

CURVA 25								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	74	72	67	63	73	71	82	55
2	75	83	69	67	74	73	84	63
3	76	86	71	73	75	85	85	71
4	77	87	72	74	77	85	86	75
5	77	87	74	77	78	85	86	76
6	79	88	74	78	78	88	86	76
7	80	89	74	79	79	89	87	77
8	81	90	82	79	83	90	88	77
9	82	92	82	82	84	90	88	79
10	83	92	83	86	85	91	89	81
11	84	93	85	88	85	92	90	84
12	84	93	86	89	86	94	92	87
13	85	95	88	89	87	94	93	87
14	85	96	88	89	87	95	94	87
15	86	97	90	92	90	95	95	88
16	86	98	92	95	90	97	95	89
17	87	99	92	97	99	97	96	91
18	92	101	93	101	100	99	97	93
19	101	102	97	104	105	100	97	93
20	103	102	100	105	108	102	98	95
21	106	103	100	105	111	104	105	97
22	120	104	103	126	122	105	106	111

CURVA 26								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	86	85	79	66	89	86	77	78
2	76	69	80	78	82	83	79	75
3	87	78	91	85	95	88	80	79
4	77	90	66	77	75	86	78	80
5	78	88	64	80	94	66	93	74
6	72	76	75	76	87	78	75	76
7	82	67	70	78	83	67	73	81
8	81	89	74	93	82	76	76	74
9	64	72	91	66	83	79	93	75
10	83	76	73	90	72	80	69	84
11	85	78	75	83	84	101	75	74
12	76	92	62	92	91	82	76	85
13	75	77	78	73	68	67	86	73
14	72	89	79	92	86	87	85	95
15	76	76	83	77	76	69	79	78
16	79	69	64	75	91	83	94	90
17	72	80	66	69	77	87	77	102
18	72	83	70	86	81	91	76	69
19	72	79	74	74	77	71	75	82
20	80	82	70	64	106	68	77	78
21	68	84	75	61	87	76	66	69
22	83	82	78	85	82	71	79	84

CURVA 27								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	90	74	76	74	72	83	87	83
2	70	69	67	87	60	85	74	82
3	84	62	79	98	60	76	75	83
4	75	88	71	73	89	72	71	79
5	74	74	92	80	75	82	79	82
6	81	85	69	86	73	78	66	91
7	84	73	86	62	60	76	72	78
8	77	85	70	71	70	71	67	83
9	91	102	83	99	82	70	77	92
10	78	91	104	64	64	75	87	77
11	85	113	74	90	87	94	86	82
12	78	85	74	76	77	98	61	83
13	79	78	74	69	73	65	76	91
14	92	85	82	72	73	61	86	89
15	85	114	79	81	84	72	73	72
16	73	108	100	93	78	89	66	81
17	100	94	73	79	76	81	94	89
18	96	82	91	86	74	97	78	83
19	84	80	83	73	74	74	85	92
20	99	88	74	75	66	73	88	79
21	81	91	79	82	68	88	66	91
22	80	85	104	75	78	85	90	89

CURVA 28								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	89	96	88	64	110	76	82	85
2	101	90	90	72	100	101	114	91
3	90	97	83	88	95	105	108	88
4	109	75	93	79	115	78	64	101
5	101	85	70	71	115	85	73	67
6	91	93	94	95	105	88	116	71
7	82	94	91	82	93	73	76	89
8	84	89	97	85	75	78	75	81
9	86	95	90	77	77	86	96	100
10	74	96	113	101	106	93	94	94
11	90	88	84	97	104	92	77	83
12	82	114	101	98	94	112	83	81
13	65	85	59	87	72	128	84	95
14	83	82	66	86	84	101	89	88
15	80	79	85	88	96	84	92	107
16	91	82	90	93	79	71	82	115
17	101	85	87	88	89	89	86	80
18	84	95	91	86	90	80	76	106
19	78	112	89	11	105	84	107	73
20	84	89	86	86	86	76	110	78
21	81	80	74	90	71	109	95	101
22	105	84	116	86	87	90	76	84

CURVA 29								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	102	120	66	99	88	106	119	82
2	101	107	89	83	101	73	101	83
3	87	105	96	110	79	92	154	73
4	92	94	93	101	86	99	111	81
5	83	90	90	99	92	82	96	70
6	92	75	82	99	95	102	106	103
7	99	131	75	104	102	114	78	98
8	90	90	103	91	153	74	104	88
9	113	92	116	88	110	82	63	84
10	99	80	76	124	94	66	75	93
11	86	94	83	91	111	82	70	70
12	106	112	92	91	72	85	98	63
13	154	80	105	108	74	72	108	86
14	147	108	122	106	92	75	101	70
15	130	103	104	100	108	76	86	88
16	93	72	85	107	96	113	91	86
17	89	96	92	98	94	97	87	71
18	99	83	114	70	90	79	74	108
19	93	110	92	105	96	92	82	91
20	110	78	118	68	91	115	95	70
21	119	73	95	127	94	114	85	108
22	116	104	102	91	73	96	114	107

CURVA 30								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	82	60	79	75	57	74	68	76
2	83	66	80	79	76	79	81	78
3	84	75	84	83	81	81	82	79
4	86	78	87	84	83	83	82	84
5	88	80	89	88	84	85	82	89
6	89	80	89	88	85	87	85	89
7	90	82	91	90	87	88	86	91
8	90	84	94	92	90	88	91	91
9	91	84	95	94	92	89	92	96
10	92	92	95	96	93	90	92	98
11	95	95	96	97	94	93	93	98
12	98	95	96	97	97	93	94	100
13	99	95	97	97	97	95	94	102
14	100	98	97	100	98	98	95	102
15	101	98	99	104	102	99	99	103
16	102	100	100	104	102	100	101	103
17	104	102	100	108	104	103	101	106
18	106	113	101	111	104	105	102	106
19	109	117	112	112	108	106	106	107
20	113	119	114	112	112	107	110	107
21	117	124	126	116	119	111	110	108
22	148	126	129	125	129	112	116	109

CURVA 31								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	105	96	96	97	105	106	105	104
2	92	91	92	103	117	87	91	110
3	99	96	104	112	123	109	127	91
4	87	119	99	114	110	99	105	110
5	100	101	120	97	110	97	98	101
6	109	124	107	84	120	86	105	100
7	122	101	101	107	111	109	100	116
8	107	123	92	100	106	105	119	98
9	100	104	85	133	125	97	116	97
10	120	109	97	84	113	116	93	99
11	98	106	97	80	100	100	103	119
12	104	92	106	96	85	112	96	107
13	97	104	104	93	90	106	118	103
14	85	93	91	105	105	114	94	113
15	105	91	87	96	103	110	109	103
16	110	100	100	98	90	116	94	132
17	96	110	116	105	105	107	112	103
18	113	104	92	114	111	93	90	106
19	104	122	104	101	89	106	97	109
20	110	98	87	93	98	91	104	106
21	98	107	98	105	126	93	100	98
22	109	131	98	91	109	114	92	98

CURVA 32								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	79	85	81	74	71	68	74	91
2	80	86	81	74	73	76	75	92
3	80	86	82	76	78	80	77	93
4	80	87	82	77	83	81	77	93
5	80	90	83	78	83	82	79	95
6	80	93	85	79	85	83	79	95
7	80	99	85	79	87	84	79	97
8	81	99	85	80	87	85	81	98
9	83	100	91	81	88	85	81	98
10	84	102	91	87	88	85	82	98
11	84	102	92	87	89	87	83	99
12	85	103	93	89	90	88	83	99
13	87	106	96	90	90	91	88	99
14	87	106	97	90	91	93	89	102
15	88	107	97	90	93	94	91	103
16	89	107	98	90	93	94	93	103
17	89	108	98	92	95	96	94	103
18	90	110	102	92	97	97	99	104
19	92	110	103	93	98	103	99	104
20	93	115	105	98	101	105	107	107
21	105	125	110	99	111	111	109	108
22	109	125	115	106	128	115	109	109

CURVA 33								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	65	61	62	74	84	61	70	78
2	73	67	64	80	85	69	71	79
3	73	73	69	83	85	76	79	79
4	74	76	70	83	85	83	80	81
5	81	78	76	83	89	86	80	85
6	83	79	77	85	90	91	82	88
7	84	80	78	85	91	93	85	88
8	85	82	79	86	93	94	85	88
9	85	84	79	86	95	94	90	96
10	87	84	83	92	98	96	90	97
11	90	88	84	95	104	96	92	97
12	91	89	86	95	104	96	95	102
13	94	90	91	96	105	98	96	102
14	96	91	91	96	107	98	96	107
15	97	92	93	98	107	99	98	107
16	100	92	94	98	109	103	102	109
17	102	92	95	98	111	103	102	112
18	103	93	97	99	114	105	103	113
19	103	96	98	101	114	106	103	114
20	106	99	99	107	121	107	107	114
21	111	100	106	110	124	111	114	120
22		109	110	111	125	135	114	122

CURVA 34								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	100	98	100	92	103	111	91	121
2	90	104	83	118	121	106	116	110
3	78	113	110	95	101	90	95	123
4	85	96	121	111	102	123	133	104
5	128	98	95	88	118	103	104	109
6	101	144	108	102	104	109	125	107
7	137	151	98	139	99	119	73	126
8	124	109	96	111	106	94	96	107
9	85	93	98	122	118	114	106	117
10	98	100	97	110	115	105	119	111
11	106	97	136	92	100	115	111	116
12	112	137	98	114	96	122	98	115
13	102	125	127	126	116	97	109	92
14	108	128	95	92	111	117	102	111
15	89	133	93	142	105	100	127	142
16	119	114	114	88	94	104	115	97
17	107	103	90	92	119	100	109	84
18	110	131	100	120	119	91	89	127
19	83	99	101	110	111	112	90	87
20	93	117	97	118	110	107	106	93
21	137	112	115	93	136	110	91	97
22	91	108	127	108	112	122	77	115

CURVA 35								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	97	111	96	138	71	101	122	91
2	117	90	101	102	102	93	116	106
3	108	126	110	102	121	113	113	105
4	119	99	109	118	100	98	96	71
5	112	99	97	128	122	128	112	101
6	141	108	107	94	126	113	109	95
7	85	110	123	110	121	117	116	98
8	72	117	117	119	88	120	88	93
9	86	113	97	97	98	110	102	118
10	92	90	115	105	95	119	104	106
11	122	131	85	100	93	122	105	113
12	136	113	110	109	114	135	116	118
13	100	116	116	110	104	90	88	145
14	89	96	95	94	113	112	91	99
15	111	100	85	110	121	91	150	109
16	100	98	98	95	111	129	102	122
17	92	131	108	174	119	126	120	100
18	105	142	114	110	95	105	101	117
19	107	123	116	99	147	114	95	121
20	110	99	107	107	126	73	102	84
21	104	104	115	115	92	95	108	104
22	112	108	102	119	111	104	129	118

CURVA 36								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	121	106	91	116	141	105	120	118
2	112	95	104	83	95	88	132	104
3	80	102	116	110	140	141	108	126
4	100	112	98	117	92	109	141	114
5	116	101	130	113	111	117	122	113
6	121	76	98	119	114	101	131	121
7	128	110	101	98	136	130	110	103
8	118	135	108	117	108	93	127	126
9	117	115	154	115	104	111	132	139
10	154	80	105	118	114	94	141	141
11	84	124	118	153	104	122	102	133
12	117	108	109	124	92	147	115	137
13	139	101	94	116	110	140	90	106
14	82	118	107	82	94	99	136	123
15	132	116	120	130	127	100	117	109
16	100	107	106	80	104	134	88	114
17	123	104	110	99	127	110	98	130
18	132	105	113	140	118	91	110	107
19	110	121	104	130	128	123	102	124
20	120	95	102	121	132	119	113	114
21	107	91	107	109	100	126	104	126
22	110	113	112	111	128	87	109	142

CURVA 37								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	64	79	52	52	81	51	78	62
2	72	62	60	83	58	68	74	58
3	57	64	22	88	54	53	58	76
4	68	69	68	72	59	38	60	90
5	63	70	79	112	69	65	80	72
6	65	66	78	65	58	82	75	75
7	22	56	61	92	59	47	65	95
8	25	74	95	78	74	51	59	73
9	81	67	52	63	52	68	58	80
10	89	69	99	61	53	69	80	75
11	91	57	85	58	50	61	87	98
12	50	76	64	55	71	67	62	56
13	59	72	58	69	65	90	51	68
14	62	61	59	66	69	99	81	68
15	59	75	51	75	74	86	62	65
16	75	80	71	69	72	118	72	59
17	59	91	71	70	64	76	72	82
18	74	88	73	53	67	79	89	91
19	78	85	59	65	101	78	53	85
20	43	67	70	54	113	53	65	108
21	63	84	50	53	71	52	50	96
22	78	78	86	51	85	54	55	110

CURVA 38								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	68	71	53	64	91	64	128	102
2	89	89	53	76	78	90	84	75
3	87	100	65	73	82	91	64	69
4	103	81	96	58	85	78	121	70
5	74	77	78	60	81	79	72	71
6	84	88	60	73	76	75	77	94
7	78	84	67	98	76	84	80	86
8	74	80	74	88	96	94	79	68
9	103	70	82	96	63	93	63	126
10	113	86	83	66	56	70	109	86
11	96	75	61	69	89	92	72	64
12	98	78	59	80	85	67	82	124
13	89	72	91	74	88	81	96	71
14	84	61	86	72	86	89	73	79
15	79	70	66	95	85	87	94	80
16	109	74	80	61	83	78	98	81
17	78	85	74	101	74	78	80	66
18	87	91	71	73	86	100	72	110
19	78	71	83	79	103	94	92	66
20	71	84	99	64	94	83	70	90
21	51	72	58	105	95	80	75	85
22	65	76	74	89	71	57	94	97

CURVA 39								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	59	51	73	88	62	58	67	84
2	53	52	64	64	75	60	66	72
3	60	56	58	68	60	67	87	96
4	65	86	70	69	58	74	61	62
5	65	47	72	62	62	82	67	61
6	92	72	73	60	63	79	100	60
7	55	55	91	85	58	67	65	106
8	86	63	55	65	82	91	92	83
9	67	82	72	74	66	72	71	96
10	76	98	84	85	68	113	65	69
11	98	102	70	91	86	88	92	65
12	60	66	76	69	66	96	102	99
13	74	63	53	65	48	78	86	127
14	70	62	76	56	68	74	81	93
15	55	52	80	72	72	81	84	87
16	55	51	67	36	99	69	116	92
17	59	56	67	83	91	72	79	132
18	64	63	44	56	79	81	101	133
19	62	60	47	67	76	100	92	95
20	81	79	62	64	64	57	76	108
21	75	68	49	48	70	89	60	98
22	72	68	63	64	68	68	96	83

CURVA 40								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	61	67	73	80	80	76	75	73
2	75	70	72	76	77	71	56	74
3	59	53	61	73	68	60	47	70
4	65	49	51	78	114	124	24	74
5	55	61	72	69	60	81	55	75
6	87	63	66	52	68	69	62	80
7	79	90	72	72	89	85	65	95
8	106	75	74	68	64	66	48	66
9	86	48	53	75	58	58	78	114
10	58	85	64	81	74	76	32	86
11	112	72	61	86	84	81	69	80
12	83	80	96	75	78	76	57	49
13	77	72	63	86	69	77	53	56
14	89	73	77	68	75	75	50	96
15	76	65	75	103	72	76	72	69
16	87	72	87	78	52	58	69	109
17	70	55	65	85	50	68	65	100
18	80	68	64	75	65	100	63	76
19	65	56	63	95	55	97	74	84
20	79	69	74	72	99	90	41	48
21	70	49	69	65	96	80	67	75
22	82	73	65	75	86	88	77	84

CURVA 41								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	87	84	74	70	82	85	137	53
2	69	80	69	69	86	75	60	109
3	60	63	83	90	68	88	80	90
4	86	75	74	56	102	59	74	82
5	72	40	58	35	110	74	45	83
6	70	68	89	40	89	69	58	92
7	80	65	89	85	82	53	85	82
8	70	52	67	50	80	58	86	57
9	65	46	87	65	90	77	73	58
10	50	61	45	71	69	66	66	76
11	49	58	83	63	78	70	93	92
12	52	60	83	78	82	72	85	62
13	57	61	93	62	78	40	62	85
14	55	30	34	59	78	66	58	91
15	73	38	71	54	85	86	75	73
16	92	58	80	82	82	71	51	75
17	61	82	60	57	72	71	97	72
18	59	70	73	73	72	87	57	69
19	62	49	41	61	60	77	85	78
20	57	60	53	54	94	99	86	70
21	69	83	86	69	60	82	59	75
22	68	81	65	79	93	75	46	78

CURVA 42								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	95	79	61	80	100	93	84	70
2	105	79	77	59	90	84	55	104
3	93	40	82	70	101	87	57	79
4	51	59	71	84	83	53	68	69
5	73	76	46	69	89	80	56	90
6	82	44	57	79	96	92	54	86
7	60	38	42	71	91	90	74	134
8	59	55	59	99	113	86	80	100
9	81	73	60	84	90	87	74	66
10	82	53	77	92	85	73	60	78
11	74	58	50	64	83	64	73	80
12	90	90	53	82	72	66	69	69
13	77	77	48	104	106	63	89	68
14	98	64	64	87	71	89	70	70
15	88	75	87	84	63	61	91	75
16	80	71	64	58	59	76	74	89
17	75	76	56	73	93	85	79	77
18	83	63	65	53	66	101	66	74
19	69	65	61	64	82	37	64	70
20	68	56	58	60	94	73	101	59
21	83	85	80	78	92	82	58	90
22	60	60	65	56	108	62	79	80

CURVA 43								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	92	56	68	61	64	43	44	112
2	75	68	42	81	62	41	62	56
3	75	69	65	52	70	45	55	87
4	92	59	59	78	75	38	59	95
5	80	65	58	67	55	45	47	82
6	83	63	63	79	66	53	51	79
7	92	66	65	81	78	36	58	110
8	90	56	66	77	72	54	53	78
9	56	43	55	81	71	55	59	80
10	76	68	59	86	47	59	58	78
11	68	45	58	75	77	50	66	112
12	73	61	49	79	80	55	52	100
13	76	55	42	72	84	42	53	99
14	77	75	52	62	66	62	51	89
15	84	68	56	67	84	61	43	75
16	76	75	54	71	81	52	59	73
17	71	61	51	68	90	48	55	65
18	66	56	52	71	73	53	59	67
19	92	76	60	70	70	70	51	64
20	70	51	46	66	67	59	61	76
21	73	55	40	55	68	53	42	104
22	99	60	49	61	78	53	45	80

CURVA 44								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	73	32	62	66	73	60	63	86
2	61	61	63	70	75	55	66	71
3	65	64	69	65	70	41	78	80
4	71	59	55	69	88	55	61	60
5	76	64	46	72	60	50	51	67
6	84	44	64	80	74	62	72	78
7	62	61	64	74	82	75	54	73
8	85	53	64	113	80	58	58	74
9	70	59	65	59	86	68	67	68
10	74	37	57	62	66	83	63	65
11	60	45	51	76	76	80	48	88
12	52	73	53	58	86	64	78	76
13	64	48	56	68	75	65	64	50
14	56	64	58	66	90	53	61	80
15	61	74	51	69	80	42	62	72
16	75	60	49	66	47	55	78	58
17	85	85	66	58	79	55	61	78
18	68	37	68	62	69	53	45	69
19	89	68	53	60	66	64	55	60
20	60	58	59	58	64	61	59	69
21	92	79	46	67	65	67	60	70
22	52	76	65	72	87	46	53	70

CURVA 45								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	65	62	40	56	75	62	48	75
2	87	48	33	59	78	76	67	88
3	59	75	40	55	102	91	36	104
4	86	45	33	63	73	66	60	79
5	73	64	50	72	71	69	71	87
6	65	73	81	58	69	77	47	63
7	92	78	38	66	81	103	63	72
8	75	51	56	69	106	86	60	76
9	67	61	54	80	119	78	87	71
10	69	41	33	90	100	71	52	81
11	92	76	49	89	86	55	53	88
12	52	82	60	64	69	72	49	86
13	95	66	54	74	82	76	51	106
14	80	64	60	64	79	67	68	86
15	63	86	73	72	79	52	78	84
16	73	48	67	74	87	71	64	82
17	76	44	53	75	77	78	67	85
18	64	41	59	80	79	63	64	92
19	82	54	61	70	66	63	56	73
20	96	56	57	81	83	93	61	74
21	98	57	51	53	103	75	78	75
22	87	62	77	74	58	79	74	86

CURVA 46								
	INTERNO				EXTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	81	68	76	75	82	88	74	86
2	109	72	62	92	82	80	73	87
3	92	45	81	85	70	65	85	94
4	61	71	81	79	72	58	81	92
5	86	102	71	78	117	113	73	103
6	80	67	63	69	70	73	86	78
7	99	67	60	70	85	90	87	84
8	79	76	55	59	65	68	73	66
9	64	58	91	95	66	94	77	77
10	71	78	57	65	91	75	65	90
11	76	80	65	73	96	89	65	96
12	87	63	79	79	89	81	69	60
13	90	65	68	63	90	78	75	86
14	78	67	75	64	76	98	78	81
15	79	70	67	69	78	90	71	94
16	71	70	76	56	98	71	67	78
17	77	71	62	74	93	67	66	75
18	79	76	101	68	71	76	73	78
19	93	62	55	113	72	91	79	73
20	70	86	71	67	77	70	76	65
21	93	86	69	44	67	104	75	77
22	77	95	82	84	95	75	76	91

CURVA 47								
	EXTERIOR				INTERIOR			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	96	90	78	97	78	86	60	90
2	82	84	74	81	80	58	71	76
3	82	90	72	78	91	69	86	93
4	79	88	90	85	83	80	86	93
5	70	95	71	93	75	77	65	108
6	74	79	83	92	91	71	103	80
7	103	81	87	82	105	70	96	94
8	92	91	89	78	121	64	93	87
9	75	103	89	111	93	89	89	86
10	80	65	70	104	68	87	93	91
11	86	78	62	82	85	58	72	67
12	56	109	85	92	80	72	76	109
13	78	65	100	91	82	69	80	76
14	92	72	95	98	102	67	82	97
15	80	83	76	110	79	94	86	107
16	82	105	51	87	70	86	75	116
17	93	96	87	96	102	89	66	112
18	82	93	80	105	82	76	96	107
19	78	85	73	98	81	74	76	83
20	93	74	91	72	94	92	81	84
21	106	67	82	75	102	58	87	74
22	92	74	67	81	98	92	72	76

CURVA 48								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	108	118	90	123	82	77	101	83
2	112	96	88	83	97	88	88	88
3	100	101	92	120	92	81	85	72
4	98	106	89	119	83	82	87	97
5	127	90	96	87	107	88	84	88
6	123	95	78	99	87	96	96	88
7	98	99	96	94	83	68	81	79
8	113	96	106	82	100	97	91	131
9	99	126	88	105	98	94	99	68
10	103	101	90	88	92	105	91	90
11	98	86	81	93	83	91	93	76
12	102	95	85	89	101	82	96	77
13	112	119	92	95	114	70	93	78
14	94	101	98	78	93	107	107	74
15	93	105	98	95	104	96	102	80
16	99	92	77	106	94	101	89	81
17	89	103	85	95	99	84	103	79
18	114	110	73	82	97	82	82	88
19	125	90	111	123	81	80	97	102
20	108	93	98	79	83	90	83	72
21	88	77	128	99	91	84	87	66
22	135	96	105	88	89	99	99	90

CURVA 49								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	100	88	93	83	86	103	77	98
2	107	93	95	87	88	105	114	97
3	102	87	71	85	91	98	108	91
4	89	114	108	81	111	103	95	104
5	117	102	104	90	83	105	74	102
6	97	105	89	81	93	87	98	87
7	92	88	113	84	105	109	110	77
8	96	103	80	104	86	111	113	84
9	98	109	82	107	89	114	108	90
10	113	86	89	82	103	89	114	85
11	123	81	84	83	109	117	118	102
12	104	109	95	104	82	109	92	93
13	119	85	107	95	82	113	99	95
14	104	83	96	74	77	78	104	98
15	94	89	91	84	88	100	88	86
16	85	86	83	89	93	113	115	92
17	100	98	98	80	82	101	101	106
18	118	88	97	75	76	95	111	101
19	88	102	79	80	78	93	100	75
20	104	90	85	78	84	92	117	102
21	101	101	103	89	90	82	99	108
22	93	92	85	82	82	100	95	107

CURVA 50								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	129	79	119	122	96	97	123	98
2	68	99	99	124	89	87	110	118
3	94	79	77	65	105	89	124	106
4	125	80	90	92	83	114	115	93
5	94	105	92	88	96	88	93	83
6	80	84	128	80	82	91	124	110
7	126	98	91	96	112	80	110	121
8	89	112	101	118	85	110	91	112
9	114	127	140	121	79	102	96	89
10	112	113	102	86	101	95	110	112
11	73	89	77	74	122	83	106	105
12	99	114	103	111	110	94	99	136
13	133	123	92	93	112	82	107	105
14	102	111	65	134	102	80	103	67
15	139	71	120	94	109	120	89	84
16	100	83	116	122	110	101	99	101
17	68	97	121	82	104	111	126	106
18	89	105	75	90	116	90	78	100
19	97	77	100	94	100	98	114	105
20	69	136	101	115	98	81	104	116
21	129	97	70	92	91	102	90	95
22	95	102	101	71	79	108	84	115

CURVA 51								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	115	141	140	99	126	111	108	120
2	95	121	95	104	103	99	84	105
3	116	128	127	91	115	114	98	136
4	88	102	84	83	87	97	96	145
5	111	106	99	117	94	85	94	104
6	118	119	117	92	99	96	97	107
7	92	124	109	126	101	118	107	118
8	110	97	101	106	113	112	121	118
9	116	111	119	103	107	108	111	120
10	99	98	102	78	130	123	128	125
11	107	95	92	123	108	112	111	110
12	109	98	92	119	145	103	112	98
13	104	94	93	100	117	81	120	106
14	98	111	120	87	120	104	110	129
15	106	85	91	118	131	124	100	105
16	121	91	110	102	122	109	98	117
17	108	111	121	116	132	87	108	105
18	112	99	79	107	149	114	103	128
19	110	111	124	109	113	79	83	94
20	93	116	101	137	109	84	119	107
21	123	106	94	112	114	105	109	110
22	102	109	103	79	102	102	89	98

CURVA 52								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	100	99	91	117	99	107	132	85
2	79	92	111	88	118	86	127	98
3	98	89	94	93	105	71	111	106
4	88	94	66	64	86	90	80	87
5	97	89	97	89	131	124	94	99
6	79	76	74	101	82	101	89	102
7	92	96	93	88	93	92	105	83
8	102	118	78	71	88	104	86	97
9	79	78	94	99	86	85	109	88
10	87	100	88	121	91	113	100	96
11	93	78	93	89	87	97	73	89
12	64	109	91	101	91	111	94	92
13	78	98	94	95	100	102	87	102
14	107	91	92	101	86	90	93	84
15	110	72	77	84	91	97	98	106
16	100	86	93	80	118	78	90	112
17	97	118	104	91	88	82	85	101
18	88	94	94	77	100	98	99	114
19	123	107	71	100	107	77	77	92
20	87	61	91	99	90	96	82	115
21	120	74	87	78	109	102	103	94
22	77	96	89	104	102	106	84	92

CURVA 53								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	85	113	115	87	101	111	72	90
2	109	82	102	138	94	95	96	73
3	87	101	116	87	88	105	86	145
4	117	132	124	103	72	112	93	72
5	103	97	116	121	90	99	97	122
6	124	83	102	113	75	104	110	110
7	102	94	82	128	146	80	66	71
8	95	103	121	139	84	78	89	96
9	108	114	101	104	73	96	113	101
10	112	101	127	140	104	83	79	89
11	83	89	98	91	83	104	91	74
12	116	85	105	85	95	91	114	90
13	87	115	91	109	84	114	71	71
14	97	109	93	123	80	108	102	97
15	84	118	81	104	96	110	74	100
16	100	129	93	83	98	105	101	93
17	115	96	93	109	85	107	84	115
18	77	119	99	118	113	111	77	94
19	125	105	96	96	61	84	98	100
20	131	86	82	81	82	130	104	72
21	111	100	94	94	106	116	98	87
22	106	132	109	119	101	110	93	92

CURVA 54								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	88	102	105	86	96	88	101	86
2	85	124	93	98	98	83	76	84
3	81	74	95	115	92	97	72	101
4	103	83	96	110	104	88	92	113
5	96	89	86	72	76	83	114	88
6	94	101	95	117	99	74	112	107
7	87	97	110	95	107	86	73	68
8	83	95	99	99	93	132	93	94
9	117	103	110	78	95	86	74	72
10	124	97	122	96	99	92	95	114
11	112	108	84	92	82	82	78	79
12	103	77	114	101	85	96	103	101
13	96	95	109	93	72	93	79	93
14	100	109	93	125	109	74	90	93
15	98	88	100	96	104	112	95	87
16	91	108	96	119	96	90	85	91
17	100	86	126	99	104	83	81	94
18	107	102	74	92	116	94	104	79
19	82	117	83	110	98	101	98	86
20	96	100	94	105	97	92	113	92
21	87	115	83	112	99	94	87	103
22	103	103	99	98	105	105	105	88

CURVA 55								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	85	89	112	112	89	100	106	71
2	90	100	90	100	119	108	81	90
3	108	97	82	104	63	109	89	74
4	91	83	97	111	89	111	86	93
5	107	93	103	117	86	109	88	112
6	98	75	80	86	65	88	97	90
7	99	93	84	112	121	99	102	74
8	98	81	105	109	98	86	79	68
9	96	102	89	108	75	138	95	92
10	91	93	76	103	77	97	104	84
11	105	100	78	89	75	114	87	121
12	89	90	106	98	99	97	70	79
13	79	88	99	90	80	105	87	108
14	114	80	90	127	62	77	91	82
15	88	79	81	93	93	107	96	89
16	101	93	107	114	85	105	78	74
17	77	116	79	93	84	79	62	63
18	95	90	84	120	79	90	85	97
19	100	98	96	82	89	67	94	87
20	75	73	94	97	113	75	76	83
21	92	91	102	99	74	85	99	93
22	82	82	100		69	81	72	82

CURVA 56								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	90	121	93	104	107	85	105	105
2	80	128	122	99	93	106	93	91
3	89	93	81	105	109	99	110	85
4	106	84	98	89	94	87	82	90
5	90	73	86	71	97	86	106	88
6	79	85	97	79	112	80	86	118
7	101	122	71	75	93	125	101	96
8	114	77	96	115	80	89	91	92
9	103	86	88	98	112	88	118	94
10	85	82	91	83	96	89	100	90
11	90	97	107	102	116	98	122	76
12	115	103	94	89	96	80	112	107
13	124	88	87	107	99	93	84	113
14	97	89	96	88	92	101	102	79
15	107	83	98	108	115	124	99	88
16	87	80	82	99	80	78	86	79
17	113	115	92	93	97	137	133	111
18	98	90	95	112	111	83	89	105
19	101	128	122	83	92	88	78	74
20	97	90	100	84	99	85	98	91
21	84	96	72	114	79	117	79	81
22	95	106	121	106	93	87	64	94

CURVA 57								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	91	91	106	109	127	86	117	91
2	100	114	81	81	117	84	87	98
3	88	90	130	75	83	90	101	86
4	108	81	79	84	120	116	105	69
5	84	110	85	88	83	91	113	88
6	89	93	98	81	104	121	87	101
7	82	87	86	108	117	84	105	132
8	112	111	129	66	94	114	127	97
9	67	86	87	112	87	95	106	112
10	119	107	100	100	111	111	130	115
11	75	136	96	87	96	91	126	108
12	95	110	94	112	113	104	85	118
13	91	114	93	135	93	90	88	90
14	107	93	102	118	119	101	86	103
15	114	64	88	74	86	119	154	83
16	91	82	118	113	104	94	101	104
17	112	126	111	101	99	104	95	62
18	107	90	119	94	86	92	83	104
19	109	92	84	90	95	85	107	79
20	103	101	86	92	92	90	96	95
21	110	90	101	112	108	82	83	84
22	90	65	88	109	82	104	112	98

CURVA 58								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	101	78	113	126	102	69	83	144
2	97	131	94	97	111	104	88	98
3	90	104	117	86	146	96	118	107
4	72	107	101	125	84	112	89	88
5	80	99	78	106	102	87	108	103
6	79	119	115	86	115	111	111	105
7	96	81	93	105	107	80	84	96
8	85	100	119	95	131	99	81	97
9	72	90	113	75	85	88	96	106
10	94	107	132	108	98	100	78	98
11	86	92	85	94	96	96	107	110
12	94	136	123	141	105	102	84	90
13	127	90	88	104	91	121	74	111
14	109	82	90	115	89	101	80	90
15	100	95	81	125	98	97	93	102
16	89	87	76	118	78	91	100	83
17	107	99	101	90	91	101	80	90
18	83	97	89	119	97	79	87	89
19	133	113	87	77	81	81	83	121
20	84	124	94	124	106	121	119	96
21	102	110	62	93	107	82	90	84
22	80	122	96	103	76	120	97	106

CURVA 59								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	95	108	94	116	90	89	119	95
2	116	117	99	119	96	77	86	109
3	114	91	86	125	80	109	117	90
4	92	107	93	68	117	89	88	121
5	85	116	100	94	131	106	84	96
6	92	101	98	73	90	96	105	133
7	103	80	81	113	92	92	96	95
8	97	106	70	105	94	108	119	131
9	97	108	81	97	91	111	97	122
10	80	84	112	106	93	137	100	116
11	110	112	120	111	105	82	99	95
12	114	104	117	115	94	124	79	103
13	101	116	103	92	112	77	105	116
14	99	113	121	83	103	119	122	119
15	98	106	101	95	129	95	109	95
16	118	100	151	93	94	110	102	112
17	113	103	73	99	84	96	86	96
18	96	104	117	81	96	87	92	90
19	113	120	116	103	128	121	123	83
20	98	94	91	99	95	89	88	73
21	105	78	103	120	101	81	122	77
22	115	108	74	116	97	87	93	103

CURVA 60								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	139	120	126	127	123	126	114	139
2	107	131	118	123	76	117	124	114
3	126	115	108	115	136	129	99	134
4	119	119	136	118	110	109	110	115
5	135	157	134	125	134	118	99	125
6	118	108	94	83	120	112	122	108
7	162	130	128	138	142	114	96	118
8	131	119	106	145	129	113	102	92
9	119	102	122	111	113	114	128	75
10	114	120	141	123	143	121	146	124
11	131	114	133	114	118	114	118	130
12	118	124	118	135	133	135	119	118
13	117	93	128	126	84	123	146	129
14	132	120	114	98	116	126	115	136
15	110	131	100	115	125	134	110	107
16	122	157	127	80	105	113	106	115
17	157	128	136	124	129	98	117	
18	133	138	123	133		107	88	
19	141	109	113	142		91	111	
20	137	119	122	119		131	127	
21	108	103	102	99		147	119	
22	128	128	123	97			130	
				129				
				114				
				132				
				121				
				123				
				141				

CURVA 61								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto Termino	Punto Medio	Punto Comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	81	62	105	73	102	92	92	101
2	83	95	81	90	109	84	121	88
3	67	70	65	95	80	105	103	76
4	115	83	76	77	86	82	66	79
5	85	75	83	82	84	64	70	91
6	99	87	95	82	82	84	99	79
7	65	86	90	122	99	88	76	94
8	118	81	75	84	74	66	81	63
9	76	83	83	116	80	103	108	108
10	76	90	69	79	59	95	69	122
11	82	101	84	85	111	81	73	111
12	90	80	70	82	76	111	113	92
13	93	96	98	88	100	120	95	78
14	75	88	95	50	75	123	67	80
15	78	77	85	87	102	83	83	80
16	83	90	93	98	90	99	89	75
17	97	84	69	93	79	99	73	78
18	77	98	60	64	119	80	56	97
19	119	90	72	100	88	87	101	69
20	87	116	80	54	92	88	79	88
21	102	86	101	104	84	134	85	90
22	89	77	100	91	62	65	78	85

CURVA 62								
	EXTERNO				INTERNO			
	60 metros antes de PC	Punto Comienzo	Punto Medio	Punto Termino	60 metros antes de PC	Punto termino	Punto Medio	Punto comienzo
	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)	Vel (km/h)
1	21	66	67	56	73	66	62	60
2	68	70	70	68	73	66	64	64
3	79	72	74	71	74	69	65	65
4	82	73	74	73	77	72	71	68
5	87	76	79	77	77	74	71	72
6	88	76	84	77	79	79	73	72
7	88	76	84	87	81	79	74	72
8	88	79	85	87	81	83	74	73
9	89	84	85	87	82	83	77	73
10	90	85	87	89	86	84	78	75
11	91	85	87	89	87	84	78	76
12	94	89	95	92	87	85	82	79
13	95	89	97	92	89	88	83	79
14	95	90	97	93	91	91	84	80
15	95	91	98	93	91	92	84	81
16	95	91	99	96	91	95	85	81
17	96	96	100	96	92	99	88	83
18	100	100	100	104	99	101	88	90
19	102	101	101	105	105	103	92	90
20	108	108	101	105	108	105	92	95
21	135	116	107	106	112	110	97	96
22		120	108	109	140	111	98	118

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BÁSICA DE LAS VELOCIDADES TOMADAS EN CAMPO

A continuación, se presentarán las tablas correspondientes a la estadística descriptiva básica de todas las velocidades tomadas en campo de cada una de las curvas.

CURVA 1													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	11.09	9.85	11.45	12.18	10.97	9.06	13.99	11.09	16.51	12.68	12.37	11.44
Moda	Km/h	88	86	88	90	72	90	87	87	80	84	85	84
Mediana	Km/h	83	79.5	85.5	79	72	86.5	88.5	88.5	89	81	85	79
Promedio	Km/h	82.02	78.68	85.36	78.09	71.14	85.05	90.52	88.95	92.09	80.57	85.23	75.91
Velocidad Mínima	Km/h	60	60	64	56	56	68	65	65	68	56	60	56
Velocidad Máxima	Km/h	114	96	114	103	103	102	128	113	128	110	110	103
Percentil-15	Km/h	70.9	66.6	72.75	64.5	62	73.9	79.45	80	77.45	67	73.75	64.45
Percentil-50	Km/h	83	79.5	85.5	79	72	86.5	88.5	88.5	89	81	85	79
Percentil-85	Km/h	90.55	88.55	91	91.1	79	92.85	105	99.4	108.85	94.65	96	84
Percentil-98	Km/h	105.4	93.9	109.8	102.14	97.12	99.9	121.98	109.64	125.06	105.7	107.9	98.8
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	15.91	9.09	22.73	15.91	4.55	27.27	47.73	45.45	50.00	18.18	27.27	9.09

CURVA 2													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	12.06	10.87	13.35	14.67	12.97	14.88	16.96	15.29	17.91	14.27	15.22	12.49
Moda	Km/h	86	84	86	75	75	103	80	80	79	89	89	89
Mediana	Km/h	82.5	83.5	80	78.5	75	80.5	79	76	82.5	85.5	89	84.5
Promedio	Km/h	80.41	81.27	79.55	78.64	73.68	83.59	81.50	77.45	85.55	86.52	90.27	82.77
Velocidad Mínima	Km/h	54	59	54	46	46	52	50	50	54	64	67	64
Velocidad Máxima	Km/h	107	106	107	109	97	109	118	118	111	121	121	102
Percentil-15	Km/h	66.45	72	63.45	63.9	60.45	71.6	64.45	64.15	70.3	70	77.15	67.15
Percentil-50	Km/h	82.5	83.5	80	78.5	75	80.5	79	76	82.5	85.5	89	84.5
Percentil-85	Km/h	91	91	90.85	96.55	85.7	99.85	101.55	92.85	107.55	100.55	103.7	96.55
Percentil-98	Km/h	106.14	100.54	103.22	103.84	94.06	106.48	111.98	108.76	110.16	117.56	119.32	101.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	20.45	22.73	18.18	18.18	4.55	31.82	31.82	22.73	40.91	36.36	45.45	27.27

CURVA 3													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	16.60	18.56	14.38	11.66	11.23	12.12	14.09	12.56	15.57	19.17	15.05	15.38
Moda	Km/h	97	93	97	97	92	97	96	81	78	80	93	85
Mediana	Km/h	92.5	90.5	96	92.5	92	94.5	90.5	90.5	91.5	86.5	97	77
Promedio	Km/h	91.20	88.68	93.73	91.25	89.68	92.82	90.14	91.86	88.41	87.93	99.68	76.18
Velocidad Mínima	Km/h	45	45	69	70	70	72	52	73	52	49	76	49
Velocidad Máxima	Km/h	132	123	132	111	109	111	120	119	120	124	124	111
Percentil-15	Km/h	72.9	68.6	80.3	77.0	77.45	77.6	78	81	76.3	69.45	85.15	61.6
Percentil-50	Km/h	92.5	90.5	96	92.5	92	94.5	90.5	90.5	91.5	86.5	97	77
Percentil-85	Km/h	105	105	104	105.1	100.85	106.85	103	106.25	102.85	110.55	119.95	89.85
Percentil-98	Km/h	124.26	119.22	124.02	109.28	108.16	109.74	119.14	115.64	114.12	123.14	123.58	103.86
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	54.55	50.00	59.09	56.82	54.55	59.09	50.00	50.00	50.00	40.91	68.18	13.64

CURVA 4													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.29	13.96	12.91	15.74	14.68	17.09	15.25	13.68	14.45	14.90	15.59	13.21
Moda	Km/h	102	102	101	96	88	96	91	83	107	89	92	89
Mediana	Km/h	101	102.5	100.5	93.5	91	96	90.5	87	102	92	88	94.5
Promedio	Km/h	99.59	99.91	99.27	90.43	90.59	90.27	93.73	87.55	99.91	92.61	88.41	96.82
Velocidad Mínima	Km/h	74	74	75	54	62	54	68	68	76	62	62	79
Velocidad Máxima	Km/h	130	123	130	117	117	113	134	134	131	139	139	126
Percentil-15	Km/h	86.45	80.35	87.45	70.8	73.6	69	79.35	77.15	84.15	79.45	73.75	82.2
Percentil-50	Km/h	101	102.5	100.5	93.5	91	96	90.5	87	102	92	88	94.5
Percentil-85	Km/h	112.55	112.85	105.7	107.55	107.85	103.85	107.55	93.7	113.25	103.55	100.55	109.7
Percentil-98	Km/h	125.7	120.9	127.9	113.56	114.06	112.58	131.42	120.98	125.96	127.82	123.88	126
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	75.00	77.27	72.73	56.82	50.00	63.64	50.00	27.27	72.73	54.55	40.91	68.18

CURVA 5													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.08	11.38	14.16	10.99	11.69	10.20	14.68	14.18	15.38	16.08	15.72	16.11
Moda	Km/h	91	91	86	86	86	106	85	75	85	115	88	97
Mediana	Km/h	93.5	97.5	90	92.5	94	91.5	87.5	87	87.5	95	100	91.5
Promedio	Km/h	96.02	99.14	92.91	93.30	95.09	91.50	89.36	88.00	90.73	95.95	99.27	92.64
Velocidad Mínima	Km/h	73	81	73	72	73	72	62	66	62	65	69	65
Velocidad Máxima	Km/h	136	126	136	117	117	114	122	116	122	130	130	130
Percentil-15	Km/h	85.45	89.3	79.9	83.0	85.15	83	75.45	75	79.3	78	82.05	77.15
Percentil-50	Km/h	93.5	97.5	90	92.5	94	91.5	87.5	87	87.5	95	100	91.5
Percentil-85	Km/h	109.55	111.7	104.7	106	107	100.55	106	105.4	105.4	114.1	114.7	112.7
Percentil-98	Km/h	127.4	120.96	125.92	114.42	113.64	110.64	120.28	113.48	121.16	130	125.8	123.7
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	65.91	81.82	50.00	54.55	54.55	54.55	38.64	40.91	36.36	59.09	68.18	50.00

CURVA 6													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.06	11.78	13.28	12.45	12.91	11.70	15.85	13.44	17.36	16.41	16.79	13.57
Moda	Km/h	84	92	87	96	85	96	82	94	65	119	119	85
Mediana	Km/h	90	93	87.5	88.5	95	85.5	94.5	97	91	92.5	106	88.5
Promedio	Km/h	90.27	94.32	86.23	91.70	94.27	89.14	94.18	98.14	90.23	94.43	100.82	88.05
Velocidad Mínima	Km/h	66	75	66	73	73	73	65	71	65	54	75	54
Velocidad Máxima	Km/h	123	123	116	127	127	120	123	121	123	124	124	108
Percentil-15	Km/h	77.7	83.15	70.15	78.9	83.3	78	76.35	85.45	68.3	77.45	77.75	78.15
Percentil-50	Km/h	90	93	87.5	88.5	95	85.5	94.5	97	91	92.5	106	88.5
Percentil-85	Km/h	105.2	107	95.85	103	107.55	101.7	110	111.7	106.85	110.1	119	102
Percentil-98	Km/h	116.98	117.96	112.64	120.98	121.12	112.86	121.28	120.58	120.06	124	124	106.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	50.00	63.64	36.36	45.45	54.55	36.36	59.09	68.18	50.00	54.55	63.64	45.45

CURVA 7													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	15.39	12.52	17.43	10.93	9.01	12.78	10.81	9.99	11.79	10.61	10.47	10.34
Moda	Km/h	111	101	88	89	103	83	91	92	91	85	85	102
Mediana	Km/h	100.5	99.5	105.5	95.5	96.5	90	87.5	87	88.5	90.5	92	85.5
Promedio	Km/h	99.68	96.27	103.09	94.45	94.82	94.09	86.75	87.09	86.41	89.70	92.27	87.14
Velocidad Mínima	Km/h	76	76	76	74	79	74	64	66	64	70	70	70
Velocidad Máxima	Km/h	130	116	130	115	112	115	109	107	109	115	115	103
Percentil-15	Km/h	83	79.6	85.15	82.5	84.75	82.15	75.45	76.6	72.6	80.45	83.15	77.15
Percentil-50	Km/h	100.5	99.5	105.5	95.5	96.5	90	87.5	87	88.5	90.5	92	85.5
Percentil-85	Km/h	114.2	110.55	124.85	106	103	107.85	96.55	94	96.85	101.1	103.4	100
Percentil-98	Km/h	127.42	114.32	128.74	115	109.06	115	107.28	105.74	106.48	109.84	112.48	102.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	88.64	81.82	95.45	88.64	86.36	90.91	75.00	77.27	72.73	84.09	95.45	72.73

CURVA 8													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	13.22	12.05	12.11	14.25	15.09	13.00	15.65	16.51	15.13	11.04	10.39	11.89
Moda	Km/h	101	114	82	94	94	94	116	94	96	101	101	101
Mediana	Km/h	97	103	94	94	96	92.5	96.5	96	99.5	98.5	99.5	95
Promedio	Km/h	96.89	102.50	91.27	97.05	100.05	94.05	100.02	99.82	100.23	97.64	97.86	97.41
Velocidad Mínima	Km/h	65	79	65	73	79	73	75	75	77	74	74	78
Velocidad Máxima	Km/h	132	132	112	135	135	126	131	127	131	128	116	128
Percentil-15	Km/h	83.35	90.15	79.45	83.0	83.6	82.45	80.9	79.75	82.3	87.45	88.3	87.3
Percentil-50	Km/h	97	103	94	94	96	92.5	96.5	96	99.5	98.5	99.5	95
Percentil-85	Km/h	109.55	113.7	103.55	113.3	118	107.85	116.55	117	115.7	108.55	103.85	109.85
Percentil-98	Km/h	117.38	124.86	109.48	127.26	129.12	121.8	127.56	125.32	128.06	117.68	116	120.86
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	88.64	95.45	81.82	90.91	90.91	90.91	84.09	81.82	86.36	88.64	90.91	86.36

CURVA 9													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	15.47	14.36	14.05	15.76	17.13	13.21	16.40	11.82	20.19	13.32	12.96	12.27
Moda	Km/h	84	85	74	83	96	75	85	81	58	89	68	89
Mediana	Km/h	77	85	72.5	80	83.5	77.5	84.5	84.5	84	86.5	83.5	89
Promedio	Km/h	77.84	84.27	71.41	79.82	84.23	75.41	83.45	84.73	82.18	85.23	80.59	89.86
Velocidad Mínima	Km/h	44	60	44	42	52	42	54	57	54	42	42	57
Velocidad Máxima	Km/h	110	110	98	116	116	95	145	108	145	110	100	110
Percentil-15	Km/h	62.25	67.3	55.75	63.7	62.2	67.15	64.35	73.05	58.45	72.9	68.6	80.15
Percentil-50	Km/h	77	85	72.5	80	83.5	77.5	84.5	84.5	84	86.5	83.5	89
Percentil-85	Km/h	94.1	96	84	95.55	101.1	86.55	95.55	94.55	95.7	99.55	91.7	102.7
Percentil-98	Km/h	107.42	108.74	95.9	107.4	111.8	94.16	113.18	105.48	125.26	103.98	99.58	107.06
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	20.45	31.82	9.09	27.27	40.91	13.64	36.36	31.82	40.91	29.55	18.18	40.91

CURVA 10													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	21.84	13.20	9.23	17.52	22.39	8.71	17.13	11.96	17.69	14.89	15.10	12.75
Moda	Km/h	52	80	52	55	#N/A	55	55	55	45	61	61	58
Mediana	Km/h	65	85.5	52	60.5	63	56.5	55	53.5	63	69	77.5	64.5
Promedio	Km/h	68.32	86.82	49.82	63.00	67.95	58.05	58.23	49.91	66.55	71.86	77.36	66.36
Velocidad Mínima	Km/h	29	56	29	37	37	42	31	31	43	49	55	49
Velocidad Máxima	Km/h	114	114	66	112	112	78	99	69	99	115	115	95
Percentil-15	Km/h	45	76.15	42.3	48.0	46.3	48.45	43.9	35	48.45	58.45	61	52.9
Percentil-50	Km/h	65	85.5	52	60.5	63	56.5	55	53.5	63	69	77.5	64.5
Percentil-85	Km/h	92.1	102.1	58	76.65	95.4	65.85	79.3	62.4	86.85	87.1	88.85	79.85
Percentil-98	Km/h	107.98	111.06	65.16	109.42	110.74	74.22	93.84	67.74	96.48	105.54	110.38	93.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	18.18	36.36	0.00	11.36	22.73	0.00	4.55	0.00	9.09	11.36	13.64	9.09

CURVA 11													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	11.56	12.68	10.58	13.00	12.06	12.05	12.70	14.06	9.81	12.76	13.80	11.59
Moda	Km/h	84	77	84	68	89	68	77	90	77	78	67	69
Mediana	Km/h	81	80.5	82.5	76.5	83.5	73	85.5	91.5	80.5	78	84	77
Promedio	Km/h	81.82	82.32	81.32	77.75	82.91	72.59	87.66	91.82	83.50	80.91	82.91	78.91
Velocidad Mínima	Km/h	56	64	56	53	62	53	46	46	73	63	63	64
Velocidad Máxima	Km/h	118	118	100	102	102	97	113	113	105	110	110	109
Percentil-15	Km/h	69.9	72.15	69.3	63.5	70.3	59	77	82.3	75	68.45	67	69
Percentil-50	Km/h	81	80.5	82.5	76.5	83.5	73	85.5	91.5	80.5	78	84	77
Percentil-85	Km/h	91.55	91.85	91	92	97.25	83.85	103	105	94.7	94.85	96.95	86
Percentil-98	Km/h	102.52	110.44	97.48	99.42	100.74	94.48	107.84	110.48	104.16	109.14	107.48	106.48
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	22.73	22.73	22.73	20.45	31.82	9.09	36.36	50.00	22.73	18.18	22.73	13.64

CURVA 12													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	15.54	15.11	16.31	15.76	14.11	17.50	20.28	20.95	19.35	13.13	9.69	16.10
Moda	Km/h	77	101	86	105	71	76	78	73	98	105	105	90
Mediana	Km/h	96.5	97.5	93.5	91.5	90.5	93	106	99.5	108.5	101.5	103	98.5
Promedio	Km/h	96.05	95.73	96.36	91.75	90.50	93.00	104.27	100.59	107.95	99.50	99.68	99.32
Velocidad Mínima	Km/h	69	70	69	67	71	67	73	73	77	72	81	72
Velocidad Máxima	Km/h	138	129	138	135	125	135	151	139	151	133	114	133
Percentil-15	Km/h	78.45	77.15	80.6	76.0	77.3	76	78.9	75.45	84.8	85.45	87.3	83.15
Percentil-50	Km/h	96.5	97.5	93.5	91.5	90.5	93	106	99.5	108.5	101.5	103	98.5
Percentil-85	Km/h	111.55	109	113.7	106.55	104.7	107.85	129.55	128.8	127.8	110	109.85	117.1
Percentil-98	Km/h	130.26	122.7	129.6	126.4	119.12	126.6	140.68	136.48	145.12	126.12	112.32	129.64
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	79.55	77.27	81.82	68.18	68.18	68.18	81.82	77.27	86.36	95.45	100.00	90.91

CURVA 13													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	16.26	19.10	12.29	17.05	19.78	12.90	18.78	17.04	14.82	17.59	14.46	19.51
Moda	Km/h	92	94	92	88	88	93	89	89	81	88	70	119
Mediana	Km/h	92	88	92	92.5	87.5	94	90	82.5	103	93.5	88	104
Promedio	Km/h	93.41	89.91	96.91	93.89	89.64	98.14	93.34	83.27	103.41	96.07	91.50	100.64
Velocidad Mínima	Km/h	63	63	79	55	55	71	61	61	80	63	70	63
Velocidad Máxima	Km/h	139	139	128	135	135	123	140	140	133	145	127	145
Percentil-15	Km/h	77.9	69.9	87.15	81.0	69.45	89.3	78.45	67.15	89.15	79.9	81.15	80.35
Percentil-50	Km/h	92	88	92	92.5	87.5	94	90	82.5	103	93.5	88	104
Percentil-85	Km/h	108.1	103.55	108.7	113.1	112.2	112	111	91.7	117.1	114.55	105.95	119
Percentil-98	Km/h	129.54	134.38	126.74	124.68	129.54	123	133.98	124.88	131.32	129.52	121.96	134.5
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	81.82	68.18	95.45	86.36	77.27	95.45	77.27	59.09	95.45	84.09	86.36	81.82

CURVA 14													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	16.81	15.37	18.45	18.39	15.44	18.04	18.28	13.33	19.69	19.26	22.50	15.45
Moda	Km/h	102	108	76	107	81	107	96	96	101	88	88	101
Mediana	Km/h	93.5	91	96	96.5	82.5	106.5	88	81.5	96	93	88	96
Promedio	Km/h	94.20	93.18	95.23	96.48	88.64	104.32	89.25	81.73	96.77	93.73	91.09	96.36
Velocidad Mínima	Km/h	62	69	62	65	65	75	51	57	51	63	63	68
Velocidad Máxima	Km/h	136	121	136	145	115	145	134	103	134	165	165	139
Percentil-15	Km/h	76	73.75	76.45	78.5	76.3	86.15	69	68.15	83.15	75.45	69.75	81.45
Percentil-50	Km/h	93.5	91	96	96.5	82.5	106.5	88	81.5	96	93	88	96
Percentil-85	Km/h	112	108	112.85	113	106.85	120.1	102.55	96	118.7	108.1	108.7	106.7
Percentil-98	Km/h	129.12	120.16	132.64	137.26	114.16	141.22	128.84	102.16	131.48	142.64	145.68	131.44
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	77.27	77.27	77.27	77.27	63.64	90.91	68.18	50.00	86.36	79.55	68.18	90.91

CURVA 15													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	16.66	15.60	12.67	14.35	13.75	10.21	16.18	18.91	13.25	17.25	16.77	16.16
Moda	Km/h	93	68	105	100	86	103	85	91	73	90	90	78
Mediana	Km/h	89	81	95	86.5	74.5	91.5	82.5	76	84.5	87	82.5	95.5
Promedio	Km/h	88.73	79.86	97.59	84.50	76.68	92.32	82.11	80.91	83.32	89.18	83.55	94.82
Velocidad Mínima	Km/h	51	51	77	50	50	75	54	54	55	61	61	70
Velocidad Máxima	Km/h	131	116	131	114	101	114	122	122	108	130	124	130
Percentil-15	Km/h	68.9	66	83.75	69.8	63.3	80.6	66.45	64	69.6	70.45	65.15	78
Percentil-50	Km/h	89	81	95	86.5	74.5	91.5	82.5	76	84.5	87	82.5	95.5
Percentil-85	Km/h	105.55	92.85	106.85	100	92.25	103	95.55	93.7	95.85	109.55	99.4	110.85
Percentil-98	Km/h	118.1	112.64	124.7	105.4	100.58	109.8	118.56	120.32	105.9	124.84	118.54	123.28
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	70.45	50.00	90.91	59.09	36.36	81.82	52.27	45.45	59.09	61.36	50.00	72.73

CURVA 16													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	11.38	11.39	10.24	15.43	16.82	14.13	15.07	12.33	16.60	18.28	18.11	18.64
Moda	Km/h	101	92	101	94	94	100	102	102	99	93	89	93
Mediana	Km/h	94.5	91.5	97	98.5	99.5	98	92.5	87	94.5	94	91	95.5
Promedio	Km/h	92.73	88.91	96.55	97.59	99.14	96.05	92.23	88.00	96.45	96.75	94.68	98.82
Velocidad Mínima	Km/h	66	66	79	69	75	69	68	68	71	62	72	62
Velocidad Máxima	Km/h	120	107	120	138	138	123	125	105	125	137	137	132
Percentil-15	Km/h	80.45	74.6	85	80.9	82.3	77.65	75.9	75	79	77.45	77.15	79.75
Percentil-50	Km/h	94.5	91.5	97	98.5	99.5	98	92.5	87	94.5	94	91	95.5
Percentil-85	Km/h	104.1	100.55	106	110.1	110.55	108.7	104	102	118.7	117	116.4	117
Percentil-98	Km/h	110.54	105.32	115.38	137.14	137.58	118.8	124.14	104.58	124.58	132.7	130.28	128.64
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	84.09	72.73	95.45	84.09	86.36	81.82	72.73	68.18	77.27	75.00	68.18	81.82

CURVA 17													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	18.09	18.49	16.47	15.41	14.13	16.68	17.03	14.23	19.62	18.57	18.75	18.81
Moda	Km/h	95	104	77	80	99	80	76	76	81	83	93	83
Mediana	Km/h	94.5	97.5	86	90	87	93	90.5	89	91	93	94.5	87.5
Promedio	Km/h	93.39	98.59	88.18	93.20	91.18	95.23	92.11	90.32	93.91	94.41	95.00	93.82
Velocidad Mínima	Km/h	53	70	53	67	67	71	55	62	55	69	69	70
Velocidad Máxima	Km/h	149	149	119	124	119	124	125	119	125	148	148	148
Percentil-15	Km/h	77	83.3	76.15	80.0	78.3	80	75.45	76	75.45	77.45	76.2	78.45
Percentil-50	Km/h	94.5	97.5	86	90	87	93	90.5	89	91	93	94.5	87.5
Percentil-85	Km/h	109.55	109.55	108.1	111.55	106.85	115.25	112.55	100	114.55	109.65	107.4	111.4
Percentil-98	Km/h	136.1	142.7	116.48	124	116.06	124	122.42	117.74	123.74	148	139.6	139.18
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	77.27	86.36	68.18	75.00	77.27	72.73	75.00	72.73	77.27	81.82	81.82	81.82

CURVA 18													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	12.02	11.78	9.84	15.44	17.54	11.79	12.91	11.06	13.70	13.22	10.79	15.53
Moda	Km/h	81	98	102	93	93	82	81	68	85	83	83	95
Mediana	Km/h	91.5	82.5	95	85	80	87	85	81	85	90.5	84.5	92
Promedio	Km/h	89.09	83.73	94.45	84.89	80.45	89.32	85.75	81.86	89.64	89.52	89.41	89.64
Velocidad Mínima	Km/h	64	64	79	52	52	71	65	68	65	55	74	55
Velocidad Máxima	Km/h	110	108	110	125	125	117	124	103	124	117	112	117
Percentil-15	Km/h	77.35	72.3	81	69.0	63.3	77	71	70	80	77.45	81.15	77.15
Percentil-50	Km/h	91.5	82.5	95	85	80	87	85	81	85	90.5	84.5	92
Percentil-85	Km/h	102	96.55	102.85	100.55	93.85	100.85	98.65	95	106.7	102.55	100.7	103.85
Percentil-98	Km/h	108.28	103.8	109.16	118.12	115.76	112.8	111.1	100.48	117.7	112.7	110.74	113.22
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	77.27	63.64	90.91	63.64	50.00	77.27	65.91	54.55	77.27	81.82	86.36	77.27

CURVA 19													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	9.68	9.07	10.40	11.56	8.45	13.61	11.99	11.49	12.57	13.31	11.91	14.71
Moda	Km/h	87	90	87	89	97	83	86	106	81	97	88	110
Mediana	Km/h	91	90	93	92	96	88.5	91	91.5	88.5	95	89.5	97
Promedio	Km/h	91.59	90.68	92.50	94.20	97.05	91.36	92.48	93.86	91.09	95.34	93.86	96.82
Velocidad Mínima	Km/h	69	69	72	74	86	74	76	78	76	72	76	72
Velocidad Máxima	Km/h	121	114	121	134	120	134	131	113	131	122	115	122
Percentil-15	Km/h	83.9	82.15	85	83.9	89.15	79.6	81	82.15	81	80.45	81.45	80.3
Percentil-50	Km/h	91	90	93	92	96	88.5	91	91.5	88.5	95	89.5	97
Percentil-85	Km/h	98	97.7	98	104.55	105.7	103.7	106	106.85	101.7	110	107.85	114.25
Percentil-98	Km/h	114.98	108.54	117.64	121.96	115.8	124.34	115.52	111.32	121.76	120.28	113.32	121.16
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	93.18	95.45	90.91	90.91	100.00	81.82	86.36	86.36	86.36	84.09	86.36	81.82

CURVA 20													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	13.73	14.58	11.83	13.96	16.22	10.48	14.63	12.92	12.06	15.62	16.27	13.81
Moda	Km/h	78	97	78	95	81	95	91	89	91	85	85	85
Mediana	Km/h	89.5	96	84.5	88	95.5	87	84	89	73.5	85.5	88.5	84
Promedio	Km/h	90.25	94.23	86.27	92.16	95.68	88.64	83.84	91.59	76.09	87.98	92.55	83.41
Velocidad Mínima	Km/h	65	73	65	66	66	77	55	77	55	60	70	60
Velocidad Máxima	Km/h	129	129	113	135	135	126	133	133	102	130	130	113
Percentil-15	Km/h	76	76.3	76.3	80.5	81	79.45	70.45	82.15	65.15	72.35	76.45	69.3
Percentil-50	Km/h	89.5	96	84.5	88	95.5	87	84	89	73.5	85.5	88.5	84
Percentil-85	Km/h	102.1	103.85	100.4	105.55	111.4	95	94	98.4	90.1	104.65	108.55	98.5
Percentil-98	Km/h	121.26	125.22	110.48	127.26	127.02	114.66	120.96	127.12	98.64	122.26	126.22	111.32
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	65.91	72.73	59.09	84.09	86.36	81.82	63.64	90.91	36.36	63.64	72.73	54.55

CURVA 21													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	12.17	13.35	9.62	8.46	8.68	5.81	6.50	7.21	5.75	9.52	9.32	8.67
Moda	Km/h	96	93	100	80	82	98	78	78	75	80	103	77
Mediana	Km/h	91	93.5	87	85.5	81	89	79	78.5	79	85.5	88.5	82
Promedio	Km/h	90.93	94.86	87.00	85.05	80.82	89.27	80.18	81.05	79.32	86.61	89.95	83.27
Velocidad Mínima	Km/h	72	75	72	57	57	80	71	71	71	68	75	68
Velocidad Máxima	Km/h	123	123	103	98	96	98	98	98	98	105	105	100
Percentil-15	Km/h	77.45	79.45	76.15	77.5	74.3	82.45	74	72.75	74.15	77	80	76.15
Percentil-50	Km/h	91	93.5	87	85.5	81	89	79	78.5	79	85.5	88.5	82
Percentil-85	Km/h	101.1	110.5	99.4	93.55	86	97.4	85.55	88	82.85	98.1	102.55	93.85
Percentil-98	Km/h	119.56	121.32	101.74	98	96	98	98	96.32	92.54	103.28	104.16	98.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	72.73	81.82	63.64	70.45	50.00	90.91	40.91	40.91	40.91	65.91	77.27	54.55

CURVA 22													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	11.04	9.32	11.87	10.82	9.34	11.22	8.72	8.20	9.41	12.41	12.94	10.53
Moda	Km/h	94	79	94	95	83	92	92	88	92	106	90	91
Mediana	Km/h	87	82.5	91.5	95	92	95.5	88.5	90	86	95	93	98
Promedio	Km/h	87.68	84.45	90.91	96.89	93.32	100.45	87.93	87.86	88.00	95.16	90.95	99.36
Velocidad Mínima	Km/h	60	72	60	81	81	87	69	72	69	57	57	84
Velocidad Máxima	Km/h	122	109	122	130	114	130	110	103	110	126	111	126
Percentil-15	Km/h	77.35	75.15	83	85.9	83	92	78.45	76.75	79.3	85	78.75	90.15
Percentil-50	Km/h	87	82.5	91.5	95	92	95.5	88.5	90	86	95	93	98
Percentil-85	Km/h	97.65	91.85	100.7	106	102.85	111.55	95	93.85	98.4	106.55	105.1	109
Percentil-98	Km/h	110.82	106.06	114.44	123.98	110.64	127.06	103.98	100.48	106.64	116.54	109.32	121.38
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	79.55	68.18	90.91	100.00	100.00	100.00	81.82	81.82	81.82	90.91	81.82	100.00

CURVA 23													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	11.37	10.71	12.22	9.92	9.64	10.21	10.97	10.96	11.16	9.66	10.16	9.36
Moda	Km/h	95	95	87	91	84	80	71	71	86	87	82	87
Mediana	Km/h	94	94.5	90.5	90	90.5	88.5	82.5	83	81.5	87	87.5	87
Promedio	Km/h	91.82	92.50	91.14	87.66	89.09	86.23	81.89	82.73	81.05	86.57	86.50	86.64
Velocidad Mínima	Km/h	71	73	71	68	72	68	61	61	62	68	68	70
Velocidad Máxima	Km/h	115	115	114	111	111	105	103	103	102	112	112	109
Percentil-15	Km/h	79	79.15	76.45	77.0	78.45	76.15	70.45	71	69.3	77.35	76.75	79.15
Percentil-50	Km/h	94	94.5	90.5	90	90.5	88.5	82.5	83	81.5	87	87.5	87
Percentil-85	Km/h	103.55	103.1	102.7	97.1	97.7	95.85	94	94	93	95	94.7	95.7
Percentil-98	Km/h	114.14	111.64	111.9	105.84	106.38	102.9	102.14	101.32	99.9	109.42	106.54	104.38
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	77.27	77.27	77.27	70.45	81.82	59.09	54.55	59.09	50.00	77.27	81.82	72.73

CURVA 24													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	8.96	6.98	9.12	7.89	7.58	8.30	6.15	5.89	5.13	8.69	10.16	6.95
Moda	Km/h	76	79	86	80	80	78	81	76	81	80	80	74
Mediana	Km/h	78.5	74.5	82	80.5	80	81	79	75.5	81	80	80.5	78
Promedio	Km/h	79.11	75.18	83.05	82.07	81.36	82.77	78.52	75.73	81.32	79.86	81.09	78.64
Velocidad Mínima	Km/h	63	63	69	68	70	68	64	64	73	60	60	68
Velocidad Máxima	Km/h	108	93	108	104	99	104	93	87	93	103	103	91
Percentil-15	Km/h	72	68.45	76	74.5	74.15	76	73	70.15	76.15	71.45	71.15	72
Percentil-50	Km/h	78.5	74.5	82	80.5	80	81	79	75.5	81	80	80.5	78
Percentil-85	Km/h	86	80	87.85	88.55	87.85	91.55	84	81	85.85	87	89.55	86.7
Percentil-98	Km/h	102.84	90.06	105.48	99.7	98.16	100.22	90.42	85.74	91.74	97.84	100.48	90.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	34.09	13.64	54.55	50.00	45.45	54.55	38.64	22.73	54.55	43.18	50.00	36.36

CURVA 25													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	12.32	11.49	13.25	12.05	14.65	8.69	9.51	10.80	6.47	11.21	7.72	12.11
Moda	Km/h	85	77	78	89	89	85	86	74	86	87	87	87
Mediana	Km/h	85	84	85.5	90	88.5	93	88	85.5	91	89	93	85.5
Promedio	Km/h	87.70	86.50	88.91	89.98	88.09	91.86	88.20	84.64	91.77	88.20	93.14	83.27
Velocidad Mínima	Km/h	73	74	73	63	63	71	67	67	82	55	72	55
Velocidad Máxima	Km/h	122	120	122	126	126	105	106	103	106	111	104	111
Percentil-15	Km/h	77	77	77.15	77.5	74.45	85	77.6	72.3	86	76.45	87	75.15
Percentil-50	Km/h	85	84	85.5	90	88.5	93	88	85.5	91	89	93	85.5
Percentil-85	Km/h	102.1	99.65	104.25	101.55	103.55	99.85	97	96.4	97	98.55	101.85	93
Percentil-98	Km/h	120.28	114.12	117.38	107.94	117.18	104.58	105.14	101.74	105.58	104.98	103.58	105.12
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	68.18	68.18	68.18	77.27	63.64	90.91	84.09	68.18	100.00	77.27	95.45	59.09

CURVA 26													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	8.06	5.99	8.50	7.50	7.13	8.01	7.81	7.86	7.22	9.24	9.41	9.26
Moda	Km/h	72	72	82	78	76	78	75	75	77	66	66	86
Mediana	Km/h	81	76.5	83	78.5	79.5	78	76	74.5	77	78	77.5	79.5
Promedio	Km/h	80.55	77.09	84.00	79.91	80.05	79.77	76.70	74.41	79.00	78.68	78.18	79.18
Velocidad Mínima	Km/h	64	64	68	67	67	69	62	62	66	61	61	66
Velocidad Máxima	Km/h	106	87	106	102	92	102	94	91	94	101	93	101
Percentil-15	Km/h	72	72	76.15	73.5	72.6	74	69.45	66	75	67.45	66.45	68.15
Percentil-50	Km/h	81	76.5	83	78.5	79.5	78	76	74.5	77	78	77.5	79.5
Percentil-85	Km/h	87	83	91	88.55	88.85	84.85	84.1	79.85	85.85	87.55	89.4	87
Percentil-98	Km/h	96.54	86.58	101.38	95.98	91.16	99.06	93.14	91	93.58	94.12	92.58	96.8
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	52.27	31.82	72.73	40.91	45.45	36.36	18.18	13.64	22.73	40.91	36.36	45.45

CURVA 27													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	9.62	8.30	8.18	10.27	13.47	5.58	10.22	10.98	9.30	9.84	10.04	9.88
Moda	Km/h	73	84	60	83	85	83	74	74	66	73	73	85
Mediana	Km/h	78	82.5	73.5	84	85	83	77.5	79	76.5	77	77.5	77
Promedio	Km/h	78.39	83.45	73.32	85.39	86.64	84.14	79.27	81.09	77.45	79.32	79.32	79.32
Velocidad Mínima	Km/h	60	70	60	62	62	72	61	67	61	61	62	61
Velocidad Máxima	Km/h	100	100	89	114	114	92	104	104	94	99	99	98
Percentil-15	Km/h	70	75.3	64.3	77.5	74	79	69.45	71.3	66.15	71	71.15	71.15
Percentil-50	Km/h	78	82.5	73.5	84	85	83	77.5	79	76.5	77	77.5	77
Percentil-85	Km/h	88.1	91.85	81.4	91.55	100.8	91	89.1	91.85	87	89.55	89.55	88.85
Percentil-98	Km/h	99.14	99.58	88.16	113.14	113.58	92	104	104	92.32	98.14	98.58	97.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	38.64	59.09	18.18	72.73	68.18	77.27	38.64	40.91	36.36	43.18	40.91	45.45

CURVA 28													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	12.25	13.43	10.58	11.00	12.41	9.63	13.77	14.63	13.19	16.70	14.34	18.28
Moda	Km/h	84	115	101	85	88	85	76	76	90	86	76	86
Mediana	Km/h	89.5	93.5	85	88.5	88	89	88.5	85	89.5	86	87	86
Promedio	Km/h	90.43	93.09	87.77	89.61	89.00	90.23	88.45	88.86	88.05	86.11	89.95	82.27
Velocidad Mínima	Km/h	65	71	65	67	67	75	59	64	59	11	71	11
Velocidad Máxima	Km/h	115	115	109	115	115	114	116	116	116	128	128	101
Percentil-15	Km/h	78.45	77.3	80.15	80.0	78.3	82	75.45	76	75.35	76	76.3	72.75
Percentil-50	Km/h	89.5	93.5	85	88.5	88	89	88.5	85	89.5	86	87	86
Percentil-85	Km/h	105	105.85	101	100.55	101	96	104.3	107.85	96.55	99.65	104.4	94.7
Percentil-98	Km/h	115	115	107.32	114.14	111.64	113.16	116	115.16	114.74	114.24	121.28	99.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	43.18	54.55	31.82	40.91	40.91	40.91	38.64	40.91	36.36	29.55	36.36	22.73

CURVA 29													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	18.42	16.91	19.03	15.55	13.64	15.96	17.25	19.92	14.58	15.24	15.56	14.16
Moda	Km/h	92	94	99	70	70	94	92	101	92	99	82	91
Mediana	Km/h	94.5	94	99	89	85	94	94	95.5	92.5	96.5	88.5	99
Promedio	Km/h	99.80	95.05	104.55	90.23	85.14	95.32	95.18	95.36	95.00	94.23	90.27	98.18
Velocidad Mínima	Km/h	72	72	83	63	63	72	63	63	66	66	66	68
Velocidad Máxima	Km/h	154	153	154	131	108	131	154	154	122	127	115	127
Percentil-15	Km/h	86.45	80.05	89.15	72.5	70	78.3	76.9	75.45	82.15	75.45	74.15	88.45
Percentil-50	Km/h	94.5	94	99	89	85	94	94	95.5	92.5	96.5	88.5	99
Percentil-85	Km/h	112.1	107.1	118.55	107.55	102.25	109.7	112.65	110.55	112.65	109.1	111.95	107.85
Percentil-98	Km/h	153.14	135.36	151.06	121.54	108	126.38	126.48	139.3	120.32	124.42	114.58	125.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	72.73	68.18	77.27	45.45	31.82	59.09	61.36	59.09	63.64	65.91	50.00	81.82

CURVA 30													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	14.95	14.73	15.33	14.63	18.09	10.35	12.21	12.86	11.48	11.77	12.77	10.61
Moda	Km/h	90	90	97	98	95	89	94	89	82	88	97	88
Mediana	Km/h	96	96.5	95.5	97	95	99	95	96	93.5	95.5	97	93
Promedio	Km/h	96.84	98.50	95.18	95.11	93.77	96.45	95.73	97.73	93.73	95.86	97.82	93.91
Velocidad Mínima	Km/h	57	82	57	60	60	76	68	79	68	74	75	74
Velocidad Máxima	Km/h	148	148	129	126	126	109	129	129	116	125	125	112
Percentil-15	Km/h	84	86.3	83.15	79.5	78.3	84.75	82.9	87.3	82	83.45	84.6	83.3
Percentil-50	Km/h	96	96.5	95.5	97	95	99	95	96	93.5	95.5	97	93
Percentil-85	Km/h	108.55	108.55	107.4	107.55	116.4	106.85	108.2	110.35	105.4	109.65	111.85	105.85
Percentil-98	Km/h	131.66	134.98	124.8	124.28	125.16	108.58	126.42	127.74	113.48	117.26	121.22	111.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	63.64	63.64	63.64	65.91	59.09	72.73	70.45	72.73	68.18	61.36	68.18	54.55

CURVA 31													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	10.58	9.30	11.64	10.58	11.75	9.29	9.67	8.83	10.19	10.27	11.67	8.92
Moda	Km/h	105	105	105	97	105	106	92	92	105	104	104	98
Mediana	Km/h	105	104	107.5	102	99	106	99.5	98	101.5	104	104	103.5
Promedio	Km/h	105.02	103.18	106.86	101.84	100.36	103.32	100.93	98.77	103.09	105.57	105.55	105.59
Velocidad Mínima	Km/h	85	85	85	80	80	86	85	85	90	91	91	91
Velocidad Máxima	Km/h	126	122	126	133	133	116	127	120	127	132	131	132
Percentil-15	Km/h	93.8	96.15	91.2	91.9	91.3	93	92	91.15	93.15	96.45	93.45	98
Percentil-50	Km/h	105	104	107.5	102	99	106	99.5	98	101.5	104	104	103.5
Percentil-85	Km/h	115.2	110	119.55	113.1	111.25	113.7	110.65	105.7	115.4	117.65	121.55	112.55
Percentil-98	Km/h	125.14	121.16	125.58	118.38	125.02	116	120.98	118.32	123.64	131.14	128.06	126.54
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	100.00	100.00	100.00	97.73	95.45	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CURVA 32													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	10.35	7.91	12.13	10.16	8.72	11.31	10.73	9.80	11.10	8.89	11.43	5.21
Moda	Km/h	80	80	83	90	90	85	81	85	79	99	86	98
Mediana	Km/h	87.5	84.5	89.5	87.5	88	87.5	90	92.5	83	101	102.5	99
Promedio	Km/h	88.73	86.59	90.86	88.27	86.41	90.14	90.45	93.27	87.64	100.93	102.32	99.55
Velocidad Mínima	Km/h	71	79	71	68	74	68	74	81	74	85	85	91
Velocidad Máxima	Km/h	128	109	128	115	106	115	115	115	109	125	125	109
Percentil-15	Km/h	80	80	83	78.5	77.15	81.15	79.9	82.15	77.3	92.45	87.45	93.3
Percentil-50	Km/h	87.5	84.5	89.5	87.5	88	87.5	90	92.5	83	101	102.5	99
Percentil-85	Km/h	96.1	91.7	97.85	97.55	92.85	102.1	102.55	102.85	99	108	110	104
Percentil-98	Km/h	113.38	107.32	120.86	111.56	103.06	113.32	110.7	112.9	109	125	125	108.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	29.55	18.18	40.91	36.36	27.27	45.45	50.00	63.64	36.36	88.64	77.27	100.00

CURVA 33													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	14.04	12.37	13.15	14.16	11.20	14.09	13.15	13.11	12.53	12.73	9.92	15.15
Moda	Km/h	85	73	85	88	92	88	79	79	80	96	83	96
Mediana	Km/h	95	90	104	91.5	88.5	99.5	90.5	85	93.5	96	95	96
Promedio	Km/h	95.88	89.67	101.82	92.57	86.14	99.00	88.98	85.50	92.45	94.11	92.77	95.45
Velocidad Mínima	Km/h	65	65	84	61	61	78	62	62	70	61	74	61
Velocidad Máxima	Km/h	125	111	125	122	109	122	114	110	114	135	111	135
Percentil-15	Km/h	84	74	85.6	79.0	76.3	81.6	76.45	70.9	80	83	83	83.45
Percentil-50	Km/h	95	90	104	91.5	88.5	99.5	90.5	85	93.5	96	95	96
Percentil-85	Km/h	110.4	103	114	109	95.55	113.85	102.55	97.85	103	105.55	100.7	105.85
Percentil-98	Km/h	124.16	109	124.58	120.28	105.22	121.16	114	108.32	114	114.36	110.58	124.92
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	59.09	45.45	72.73	52.27	40.91	63.64	50.00	45.45	54.55	68.18	59.09	77.27

CURVA 34													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Desviación estándar	Km/h	14.16	17.07	9.99	13.07	15.88	9.87	14.40	13.57	15.49	15.61	16.97	14.15
Moda	Km/h	119	85	118	92	92	122	98	98	91	97	98	107
Mediana	Km/h	106	101.5	110.5	109.5	110	108	100.5	99	105	110.5	110.5	110.5
Promedio	Km/h	106.80	103.77	109.82	108.05	108.32	107.77	104.11	104.50	103.73	111.84	114.09	109.59
Velocidad Mínima	Km/h	78	78	94	88	88	90	73	83	73	84	93	84
Velocidad Máxima	Km/h	137	137	136	142	142	123	136	136	133	151	151	142
Percentil-15	Km/h	91.9	85.6	100.15	92.0	92	97.45	91	95	90.15	97	98	93.6
Percentil-50	Km/h	106	101.5	110.5	109.5	110	108	100.5	99	105	110.5	110.5	110.5
Percentil-85	Km/h	119	123.25	118.85	121.1	121.7	118.7	120.1	120.1	118.55	127.55	132.7	122.7
Percentil-98	Km/h	137	137	129.7	139.42	140.74	122.58	133.42	132.22	130.48	144.98	148.06	135.7
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	38.64	27.27	50.00	43.18	45.45	40.91	29.55	27.27	31.82	50.00	50.00	50.00

CURVA 35													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Desviación estándar	Km/h	16.43	16.35	16.71	14.69	13.94	15.45	12.48	10.35	14.41	16.45	17.85	15.28
Moda	Km/h	121	112	121	99	99	118	116	110	116	110	110	113
Mediana	Km/h	107.5	106	111	107	109	105.5	107.5	107.5	106.5	110	109.5	112.5
Promedio	Km/h	106.98	105.32	108.64	108.14	110.18	106.09	107.00	105.59	108.41	110.52	111.59	109.45
Velocidad Mínima	Km/h	71	72	71	71	90	71	85	85	88	73	94	73
Velocidad Máxima	Km/h	147	141	147	145	142	145	150	123	150	174	174	135
Percentil-15	Km/h	92	89.45	93.3	95.5	98.15	93.3	95.45	96.15	95.15	95	97.3	93.3
Percentil-50	Km/h	107.5	106	111	107	109	105.5	107.5	107.5	106.5	110	109.5	112.5
Percentil-85	Km/h	121.55	118.7	121.85	121.55	125.55	118	116	115.85	119.4	124.2	119	125.4
Percentil-98	Km/h	141.84	138.9	138.18	142.42	137.38	135.34	131.94	120.48	141.18	143.04	158.88	132.48
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	45.45	36.36	54.55	40.91	45.45	36.36	36.36	31.82	40.91	43.18	31.82	54.55

CURVA 36													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Desviación estándar	Km/h	16.78	18.09	15.80	17.75	17.72	18.19	14.67	13.32	15.55	14.95	13.69	12.21
Moda	Km/h	104	121	104	117	116	#N/A	104	104	132	126	95	126
Mediana	Km/h	115	117	112.5	115.5	116	110.5	109.5	107	114	113.5	106.5	122
Promedio	Km/h	114.59	114.68	114.50	113.36	113.68	113.05	112.61	109.41	115.82	113.75	106.14	121.36
Velocidad Mínima	Km/h	80	80	92	80	80	87	88	91	88	76	76	103
Velocidad Máxima	Km/h	154	154	141	153	153	147	154	154	141	142	135	142
Percentil-15	Km/h	97.25	100	95.75	93.5	98.15	93.15	99.35	98.45	102	101.45	95	107.3
Percentil-50	Km/h	115	117	112.5	115.5	116	110.5	109.5	107	114	113.5	106.5	122
Percentil-85	Km/h	132	131.4	131.4	130	129.1	133.4	130.55	117.7	132	128.2	117.7	136.4
Percentil-98	Km/h	142.82	147.7	140.58	147.84	147.54	144.48	142.82	143.92	141	141.14	130.38	141.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	59.09	63.64	54.55	59.09	68.18	50.00	43.18	31.82	54.55	56.82	36.36	77.27

CURVA 37													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	16.54	15.50	17.43	13.42	15.80	9.71	14.53	11.78	17.12	17.04	19.06	15.21
Moda	Km/h	59	58	59	75	75	69	58	58	52	53	51	65
Mediana	Km/h	65	68	63.5	74.5	75.5	71	65	65	66	66.5	67.5	65.5
Promedio	Km/h	66.27	69.05	63.50	75.73	79.18	72.27	67.02	67.55	66.50	68.39	68.41	68.36
Velocidad Mínima	Km/h	22	50	22	56	56	56	22	50	22	38	38	51
Velocidad Máxima	Km/h	113	113	91	110	110	91	99	89	99	118	118	112
Percentil-15	Km/h	53.45	54.6	51.05	62.0	62.45	62.3	52.45	55.45	52	52.45	51.15	53.15
Percentil-50	Km/h	65	68	63.5	74.5	75.5	71	65	65	66	66.5	67.5	65.5
Percentil-85	Km/h	79.65	79.95	78	90.55	95.85	83.4	80.55	80	84.1	84.65	85.4	82.25
Percentil-98	Km/h	102.68	107.96	90.16	108.28	109.16	89.74	95.56	88.16	97.32	112.84	110.02	103.6
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	15.91	18.18	13.64	29.55	40.91	18.18	15.91	13.64	18.18	20.45	22.73	18.18

CURVA 38													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	13.03	15.12	10.85	14.38	8.92	18.08	16.41	13.35	17.30	12.69	14.24	10.88
Moda	Km/h	78	78	85	71	71	71	74	74	72	64	73	78
Mediana	Km/h	84.5	84	85	79.5	77.5	80.5	77.5	74	80	79	73.5	82
Promedio	Km/h	83.66	84.45	82.86	81.70	78.86	84.55	79.27	73.32	85.23	79.95	77.91	82.00
Velocidad Mínima	Km/h	51	51	56	61	61	64	53	53	63	57	58	57
Velocidad Máxima	Km/h	113	113	103	126	100	126	128	99	128	105	105	100
Percentil-15	Km/h	72.35	71.45	74.3	70.0	71	68.15	63.45	59.15	72	64.9	64	70.75
Percentil-50	Km/h	84.5	84	85	79.5	77.5	80.5	77.5	74	80	79	73.5	82
Percentil-85	Km/h	96	102.25	93.55	92.65	87.7	101.25	95.1	85.55	97.7	94	95.85	92.85
Percentil-98	Km/h	109.56	111.32	100.06	124.28	96.22	125.16	121.98	97.74	125.06	101.56	103.32	97.48
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	61.36	54.55	68.18	45.45	40.91	50.00	38.64	31.82	45.45	43.18	31.82	54.55

CURVA 39													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	12.03	12.40	11.87	22.36	15.11	21.66	15.88	12.07	15.67	14.44	13.21	14.06
Moda	Km/h	62	55	68	63	63	96	67	73	92	64	64	67
Mediana	Km/h	66.5	65	68	72	63	92.5	72	68.5	82.5	70.5	66	76
Promedio	Km/h	69.18	68.32	70.05	78.48	66.00	90.95	74.36	66.64	82.09	72.89	67.77	78.00
Velocidad Mínima	Km/h	48	53	48	47	47	60	44	44	60	36	36	57
Velocidad Máxima	Km/h	99	98	99	133	102	133	116	91	116	113	91	113
Percentil-15	Km/h	58.45	55.6	60.3	56.0	52	65.6	60.45	53.3	65.15	60	56.6	67
Percentil-50	Km/h	66.5	65	68	72	63	92.5	72	68.5	82.5	70.5	66	76
Percentil-85	Km/h	81.55	80.25	81.55	98.55	81.55	107.7	92	76	99.4	88	84.7	90.7
Percentil-98	Km/h	98.14	95.48	95.64	132.14	100.32	132.58	103.96	88.06	110.12	101.82	89.74	107.54
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	18.18	18.18	18.18	45.45	18.18	72.73	31.82	9.09	54.55	31.82	22.73	40.91

CURVA 40													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	15.16	14.45	16.03	15.61	11.48	17.01	13.28	10.04	14.45	12.91	10.53	15.10
Moda	Km/h	65	65	68	73	72	74	72	72	65	76	75	76
Mediana	Km/h	75.5	78	73	72.5	68.5	75.5	65	67.5	62.5	76	75	76
Promedio	Km/h	75.77	77.32	74.23	72.68	66.59	78.77	64.00	68.95	59.05	77.70	76.68	78.73
Velocidad Mínima	Km/h	50	55	50	48	48	48	24	51	24	52	52	58
Velocidad Máxima	Km/h	114	112	114	114	90	114	96	96	78	124	103	124
Percentil-15	Km/h	59.45	61.6	58.3	55.5	53.3	66.45	51.9	61.3	47.15	68	68.15	66.3
Percentil-50	Km/h	75.5	78	73	72.5	68.5	75.5	65	67.5	62.5	76	75	76
Percentil-85	Km/h	88.1	87	88.55	85.55	74.7	95.85	74.55	74.85	73.7	87.1	85.85	89.7
Percentil-98	Km/h	112.28	109.48	107.7	109.7	87.9	111.9	88.26	92.22	77.58	105.94	99.64	113.92
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	31.82	36.36	27.27	22.73	9.09	36.36	4.55	9.09	0.00	31.82	27.27	36.36

CURVA 41													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	14.16	11.95	12.28	16.17	15.34	13.30	18.66	16.56	20.85	13.92	13.86	13.04
Moda	Km/h	82	69	82	82	61	82	74	83	85	69	69	75
Mediana	Km/h	72	66.5	82	71	61	77	73.5	73.5	73.5	70	64	73
Promedio	Km/h	73.98	66.50	81.45	69.68	62.00	77.36	72.16	70.77	73.55	68.68	64.64	72.73
Velocidad Mínima	Km/h	49	49	60	30	30	53	34	34	45	35	35	40
Velocidad Máxima	Km/h	110	92	110	109	84	109	137	93	137	99	90	99
Percentil-15	Km/h	59.45	55.3	69.45	54.8	46.45	63.05	54.8	53.75	57.15	54.9	54	60.05
Percentil-50	Km/h	72	66.5	82	71	61	77	73.5	73.5	73.5	70	64	73
Percentil-85	Km/h	88.1	78.95	92.55	83.55	80.85	90.85	86.55	86.85	86	83.65	78.85	85.85
Percentil-98	Km/h	103.12	89.9	106.64	94.38	83.58	101.86	102.6	91.32	120.2	91.26	87.9	94.38
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	34.09	13.64	54.55	29.55	18.18	40.91	36.36	36.36	36.36	20.45	13.64	27.27

CURVA 42													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	14.69	14.49	13.71	17.03	16.32	14.20	13.00	12.67	12.07	14.57	15.38	14.02
Moda	Km/h	83	90	82	79	70	79	74	74	61	84	87	84
Mediana	Km/h	83	90	80.5	73.5	77.5	64.5	65	71.5	61	78.5	81	75.5
Promedio	Km/h	83.02	87.59	78.45	73.02	80.77	65.27	67.23	71.59	62.86	75.77	76.55	75.00
Velocidad Mínima	Km/h	51	59	51	38	59	38	42	54	42	37	37	53
Velocidad Máxima	Km/h	113	113	105	134	134	90	101	101	87	104	101	104
Percentil-15	Km/h	66.9	71.15	61.2	58.5	69	53.3	55.45	57.15	50.45	60.45	62.15	59.15
Percentil-50	Km/h	83	90	80.5	73.5	77.5	64.5	65	71.5	61	78.5	81	75.5
Percentil-85	Km/h	97.1	100.85	92.55	87.65	90	78.7	80	83.4	77	89.55	89.85	86.55
Percentil-98	Km/h	108.7	110.9	102.06	108.2	121.4	87.9	92.4	96.8	84.9	101.42	97.64	101.9
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	63.64	77.27	50.00	20.45	31.82	9.09	13.64	18.18	9.09	43.18	50.00	36.36

CURVA 43													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	10.75	9.91	10.55	17.47	16.19	9.00	7.34	6.61	8.11	13.18	8.42	9.05
Moda	Km/h	92	70	92	56	112	56	59	59	42	53	53	81
Mediana	Km/h	75	71.5	76	68.5	80	61	55	54	55.5	61	53	71
Promedio	Km/h	75.32	71.73	78.91	73.00	84.59	61.41	54.36	53.77	54.95	61.07	51.23	70.91
Velocidad Mínima	Km/h	47	47	56	43	56	43	40	42	40	36	36	52
Velocidad Máxima	Km/h	99	90	99	112	112	76	68	66	68	86	70	86
Percentil-15	Km/h	66	64.3	70.15	56.0	67.9	55	45.45	45.3	46.45	46.35	42.15	61.15
Percentil-50	Km/h	75	71.5	76	68.5	80	61	55	54	55.5	61	53	71
Percentil-85	Km/h	87.3	80.85	92	92.3	103.4	68.85	61.55	59	64.7	77.55	59	80.7
Percentil-98	Km/h	92.98	87.48	96.06	112	112	75.58	66.28	64.32	67.16	81.7	66.64	83.9
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	27.27	18.18	36.36	22.73	45.45	0.00	0.00	0.00	0.00	9.09	0.00	18.18

CURVA 44													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	11.31	11.78	10.57	13.22	14.19	9.09	8.25	7.11	9.12	12.04	11.62	10.93
Moda	Km/h	75	61	75	60	64	80	64	64	78	58	66	55
Mediana	Km/h	73	69	75	67.5	60.5	70.5	61	58.5	61	64	66.5	59
Promedio	Km/h	72.11	69.77	74.45	65.07	59.14	71.00	60.02	58.36	61.68	64.14	68.64	59.64
Velocidad Mínima	Km/h	47	52	47	32	32	50	45	46	45	41	58	41
Velocidad Máxima	Km/h	92	92	90	88	85	88	78	69	78	113	113	83
Percentil-15	Km/h	60.45	60	65.15	51.4	44.15	60.75	51	51	53.15	55	59.15	50.45
Percentil-50	Km/h	73	69	75	67.5	60.5	70.5	61	58.5	61	64	66.5	59
Percentil-85	Km/h	85.55	84.85	86	78	73.85	79.7	66.55	65	71.25	73.1	73.7	67.85
Percentil-98	Km/h	90.28	90.74	89.16	86.28	82.48	87.16	78	68.58	78	87.2	99.14	81.74
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	25.00	22.73	27.27	6.82	4.55	9.09	0.00	0.00	0.00	4.55	4.55	4.55

CURVA 45													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	14.21	13.26	14.84	16.16	13.51	10.20	13.40	13.74	12.08	11.35	10.41	12.15
Moda	Km/h	73	65	79	86	62	86	60	33	67	63	74	76
Mediana	Km/h	79	75.5	79	74.5	61.5	83	58	54	62	72	71	73.5
Promedio	Km/h	79.95	77.09	82.82	71.52	60.64	82.41	57.57	53.59	61.55	71.84	69.91	73.77
Velocidad Mínima	Km/h	52	52	58	41	41	63	33	33	36	52	53	52
Velocidad Máxima	Km/h	119	98	119	106	86	106	87	81	87	103	90	103
Percentil-15	Km/h	65.45	64.15	69.3	52.4	45.45	73.15	43.15	38.3	49.3	60.35	58.15	63
Percentil-50	Km/h	79	75.5	79	74.5	61.5	83	58	54	62	72	71	73.5
Percentil-85	Km/h	95.55	92	101.7	86	75.85	88	72.1	66.1	73.55	80.55	80	84.95
Percentil-98	Km/h	107.82	97.16	113.54	104.28	84.32	105.16	81.84	79.32	83.22	94.4	89.58	98.8
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	43.18	40.91	45.45	34.09	9.09	59.09	4.55	4.55	4.55	15.91	13.64	18.18

CURVA 46													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	12.17	13.14	11.43	12.53	10.88	12.35	9.46	6.34	11.69	14.53	13.67	14.60
Moda	Km/h	79	82	79	78	78	67	73	73	76	75	90	79
Mediana	Km/h	79	80	79	77	82.5	70.5	73	74.5	70	75	79	71.5
Promedio	Km/h	81.68	81.91	81.45	77.41	82.32	72.50	72.98	74.73	71.23	77.61	81.55	73.68
Velocidad Mínima	Km/h	61	65	61	45	60	45	55	65	55	44	58	44
Velocidad Máxima	Km/h	117	117	109	103	103	102	101	87	101	113	113	113
Percentil-15	Km/h	70	70	71	65.5	73.3	63.3	63.9	67.3	60.3	65	68.3	63.15
Percentil-50	Km/h	79	80	79	77	82.5	70.5	73	74.5	70	75	79	71.5
Percentil-85	Km/h	93	94.7	92.85	91.55	93.7	85.1	81	80.7	81	91.55	93.55	84.85
Percentil-98	Km/h	110.12	109.02	104.8	102.14	100.06	99.06	92.4	86.58	96.8	113	109.22	105.44
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	45.45	50.00	40.91	36.36	54.55	18.18	20.45	18.18	22.73	34.09	45.45	22.73

CURVA 47													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	12.14	11.24	12.91	13.48	12.57	13.90	11.34	11.60	11.27	13.40	11.24	11.72
Moda	Km/h	82	82	102	90	90	76	72	87	86	92	81	58
Mediana	Km/h	82	82	84	87.5	84.5	90.5	81.5	81	81.5	83.5	91.5	75
Promedio	Km/h	86.20	84.14	88.27	88.02	84.86	91.18	80.52	79.64	81.41	83.32	90.36	76.27
Velocidad Mínima	Km/h	56	56	68	65	65	67	51	51	60	58	72	58
Velocidad Máxima	Km/h	121	106	121	116	109	116	103	100	103	111	111	94
Percentil-15	Km/h	76.35	75.45	78.15	74.0	72.3	76	70.45	70.15	71.15	69.45	78.45	64.45
Percentil-50	Km/h	82	82	84	87.5	84.5	90.5	81.5	81	81.5	83.5	91.5	75
Percentil-85	Km/h	100.2	93	102	106.1	95.85	107.85	92.1	89.85	93	96.55	103.1	89
Percentil-98	Km/h	108.1	104.74	114.28	112.56	107.32	114.32	100.42	97.9	100.06	110.14	110.58	93.16
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	40.91	36.36	45.45	40.91	31.82	50.00	18.18	13.64	22.73	34.09	54.55	13.64

CURVA 48													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Desviación estándar	Km/h	12.73	12.72	8.96	14.83	11.28	13.85	10.08	12.33	7.47	12.97	14.15	10.45
Moda	Km/h	83	98	83	88	96	88	96	98	87	82	95	82
Mediana	Km/h	98	102.5	92.5	90	97.5	80.5	91.5	91	92	90.5	94.5	88
Promedio	Km/h	99.73	106.27	93.18	91.86	99.77	83.95	92.68	92.91	92.45	92.36	96.45	88.27
Velocidad Mínima	Km/h	81	88	81	66	77	66	73	73	81	68	78	68
Velocidad Máxima	Km/h	135	135	114	131	126	131	128	128	107	123	123	107
Percentil-15	Km/h	87.45	94.6	83	77.0	90.3	72.3	83.45	81.6	84.15	81.45	82.15	80.15
Percentil-50	Km/h	98	102.5	92.5	90	97.5	80.5	91.5	91	92	90.5	94.5	88
Percentil-85	Km/h	112.55	121.65	100.85	104.1	109.4	90	101.55	103.95	100.7	105	117.05	98.7
Percentil-98	Km/h	128.12	131.64	111.06	126.7	123.06	118.82	113.38	120.86	105.32	123	123	106.16
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	100.00	100.00	100.00	95.45	100.00	90.91	100.00	100.00	100.00	95.45	100.00	90.91

CURVA 49													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Desviación estándar	Km/h	12.10	10.59	9.96	12.24	9.03	10.69	12.44	10.69	12.19	9.40	9.62	9.41
Moda	Km/h	82	104	82	89	83	103	95	95	114	102	88	102
Mediana	Km/h	93	100.5	87	91	83.5	102	97.5	92	102.5	93	91	96
Promedio	Km/h	95.50	102.00	89.00	93.50	86.23	100.77	97.20	92.14	102.27	94.52	94.50	94.55
Velocidad Mínima	Km/h	76	85	76	74	74	78	71	71	74	75	81	75
Velocidad Máxima	Km/h	123	123	111	117	107	117	118	113	118	114	114	108
Percentil-15	Km/h	82.45	92.15	82	81.0	80	89.45	83.45	82.15	92.45	85.45	86	85.15
Percentil-50	Km/h	93	100.5	87	91	83.5	102	97.5	92	102.5	93	91	96
Percentil-85	Km/h	108.1	116.4	101.5	108.1	94.25	112.7	112.1	103.85	114	104.55	104.7	103.7
Percentil-98	Km/h	119.56	121.32	110.16	114.42	105.74	115.74	117.14	110.9	117.58	109.7	111.9	107.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CURVA 50													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	17.87	22.25	12.53	15.95	19.42	11.80	16.81	19.47	13.60	16.29	17.68	14.87
Moda	Km/h	89	129	96	80	122	80	99	101	110	105	79	105
Mediana	Km/h	99.5	98	100.5	94	93.5	94.5	101	100.5	105	103.5	98.5	105
Promedio	Km/h	100.11	101.09	99.14	96.98	98.36	95.59	101.70	99.09	104.32	101.32	99.14	103.50
Velocidad Mínima	Km/h	68	68	79	65	65	80	65	65	78	67	71	67
Velocidad Máxima	Km/h	139	139	122	134	134	120	140	140	126	136	136	136
Percentil-15	Km/h	80.9	74.05	83.3	81.5	80.3	82.15	86.25	77	90.15	83	79.15	89.6
Percentil-50	Km/h	99.5	98	100.5	94	93.5	94.5	101	100.5	105	103.5	98.5	105
Percentil-85	Km/h	119.3	128.55	111.7	116.65	121.85	109.7	120.55	119.85	121.8	115.55	113.85	115.85
Percentil-98	Km/h	133.84	136.48	119.48	125.4	129.8	117.48	129.68	134.96	125.16	136	132.22	129.7
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	70.45	68.18	72.73	61.36	63.64	59.09	77.27	72.73	81.82	72.73	63.64	81.82

CURVA 51													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.56	9.68	15.69	14.37	15.65	13.28	13.63	15.47	11.88	13.39	13.39	13.00
Moda	Km/h	115	116	113	112	#N/A	114	84	101	108	111	111	105
Mediana	Km/h	110	108.5	113.5	104.5	105	104.5	103	101.5	107.5	109.5	107.5	110
Promedio	Km/h	111.14	106.95	115.32	103.98	104.91	103.05	104.98	105.14	104.82	110.86	107.86	113.86
Velocidad Mínima	Km/h	87	88	87	78	78	79	79	79	83	85	85	94
Velocidad Máxima	Km/h	149	123	149	137	137	124	140	140	128	145	141	145
Percentil-15	Km/h	98.45	95.45	101.15	85.9	87.6	85.3	92	92	94.3	98	95.3	104.15
Percentil-50	Km/h	110	108.5	113.5	104.5	105	104.5	103	101.5	107.5	109.5	107.5	110
Percentil-85	Km/h	122.55	116	130.85	118	118.85	114	120	120.85	117.95	124.55	120.7	127.55
Percentil-98	Km/h	145.56	122.16	147.32	127.54	132.38	123.58	129.68	134.54	125.06	141.56	135.54	141.22
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	95.45	95.45	95.45	79.55	81.82	77.27	88.64	90.91	86.36	97.73	95.45	100.00

CURVA 52													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.67	14.45	12.74	12.46	14.54	9.54	13.12	10.44	14.95	13.27	13.68	12.91
Moda	Km/h	88	79	86	92	89	92	94	94	94	101	101	90
Mediana	Km/h	92.5	92.5	92	94	93	96.5	92.5	91.5	93.5	95.5	92	97
Promedio	Km/h	95.30	92.95	97.64	94.30	91.59	97.00	92.27	89.18	95.36	94.07	92.27	95.86
Velocidad Mínima	Km/h	64	64	82	61	61	83	66	66	73	64	64	71
Velocidad Máxima	Km/h	131	123	131	118	118	115	132	111	132	124	121	124
Percentil-15	Km/h	83.8	79	86.15	83.5	76.3	87.15	78.9	77.15	82.3	78.9	78.3	82.45
Percentil-50	Km/h	92.5	92.5	92	94	93	96.5	92.5	91.5	93.5	95.5	92	97
Percentil-85	Km/h	108.1	106.25	108.7	106.55	105.95	106	103.55	94	108.4	105.1	101	106.85
Percentil-98	Km/h	124.12	121.74	125.54	118	118	114.58	127.7	108.06	129.9	121.42	119.32	119.38
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	59.09	54.55	63.64	65.91	59.09	72.73	59.09	63.64	54.55	59.09	54.55	63.64

CURVA 53													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	17.28	15.14	17.52	17.79	15.45	18.50	14.52	13.49	13.84	16.18	18.74	13.02
Moda	Km/h	84	87	101	101	101	90	93	93	93	104	87	111
Mediana	Km/h	96.5	104.5	89	97	102	92.5	96.5	100	93	105	106.5	105
Promedio	Km/h	97.39	103.36	91.41	99.02	104.68	93.36	96.55	101.82	91.27	105.11	107.82	102.41
Velocidad Mínima	Km/h	61	77	61	71	82	71	66	81	66	78	81	78
Velocidad Máxima	Km/h	146	131	146	145	132	145	127	127	114	140	140	130
Percentil-15	Km/h	82.45	85.3	75.75	82.5	86.45	72.15	81.45	91.3	74.45	85.9	87	85.05
Percentil-50	Km/h	96.5	104.5	89	97	102	92.5	96.5	100	93	105	106.5	105
Percentil-85	Km/h	114.1	116.85	103.55	116.65	118.85	108.65	113.55	116	103.7	120.1	127.25	111.85
Percentil-98	Km/h	133.1	128.48	132.14	133.82	132	135.34	124.42	125.74	113.58	139.14	139.58	124.12
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	59.09	72.73	45.45	65.91	77.27	54.55	72.73	86.36	59.09	79.55	77.27	81.82

CURVA 54													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	10.83	11.40	10.49	12.62	12.57	11.84	13.48	12.97	13.45	13.41	13.05	12.72
Moda	Km/h	96	103	104	86	102	86	95	93	95	92	98	83
Mediana	Km/h	97.5	96	98	94.5	100.5	91.5	95	96	92.5	94.5	98.5	91
Promedio	Km/h	96.80	96.95	96.64	95.14	98.77	91.50	95.14	98.45	91.82	96.20	100.36	92.05
Velocidad Mínima	Km/h	72	81	72	68	74	68	72	74	72	72	72	74
Velocidad Máxima	Km/h	124	124	116	124	124	114	126	126	114	132	125	132
Percentil-15	Km/h	85	85.3	86.05	83.5	86.3	79.75	79.9	84.3	76.3	83	92	83
Percentil-50	Km/h	97.5	96	98	94.5	100.5	91.5	95	96	92.5	94.5	98.5	91
Percentil-85	Km/h	106.1	106.4	104.85	108	108.85	102.7	110	110	104.85	111.1	114.55	100.4
Percentil-98	Km/h	117.98	121.06	113.06	117.98	121.06	113.58	122.56	124.32	113.58	125.98	122.48	123.6
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	75.00	68.18	81.82	63.64	72.73	54.55	65.91	77.27	54.55	68.18	86.36	50.00

CURVA 55													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	14.27	10.30	16.65	12.32	10.01	14.27	11.36	10.90	11.50	14.52	11.94	16.29
Moda	Km/h	89	91	89	93	93	74	90	90	87	109	112	109
Mediana	Km/h	89	93.5	84.5	89.5	90.5	85.5	89.5	92	87.5	100	103	98
Promedio	Km/h	89.64	93.64	85.64	88.45	90.27	86.64	89.95	92.45	87.45	99.79	103.05	96.68
Velocidad Mínima	Km/h	62	75	62	63	73	63	62	76	62	67	82	67
Velocidad Máxima	Km/h	121	114	121	121	116	121	112	112	106	138	127	138
Percentil-15	Km/h	75	82.45	69.75	74.5	80.15	74	78.45	80.15	76.3	85.3	90	79.3
Percentil-50	Km/h	89	93.5	84.5	89.5	90.5	85.5	89.5	92	87.5	100	103	98
Percentil-85	Km/h	103.2	104.4	98.85	99.1	99.7	96.4	102.55	104.7	98.7	112	114	109
Percentil-98	Km/h	119.28	111.48	120.16	116.7	110.12	117.22	107.7	109.9	105.16	128.76	124.2	127.92
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	45.45	63.64	27.27	40.91	50.00	31.82	45.45	50.00	40.91	68.18	77.27	59.09

CURVA 56													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	11.46	12.12	11.04	14.63	16.80	12.29	14.91	13.84	16.16	14.58	12.93	16.37
Moda	Km/h	97	90	93	90	128	105	122	122	86	89	99	85
Mediana	Km/h	97	97	96.5	90.5	90	91	95.5	94.5	98.5	91	98.5	88.5
Promedio	Km/h	97.89	97.50	98.27	94.61	96.18	93.05	96.07	94.95	97.18	95.64	95.59	95.68
Velocidad Mínima	Km/h	79	79	79	73	73	74	64	71	64	71	71	78
Velocidad Máxima	Km/h	124	124	116	128	128	118	133	122	133	137	115	137
Percentil-15	Km/h	85.9	85.3	92	80.5	82.15	79.3	82	82.6	82.3	83	83	83.3
Percentil-50	Km/h	97	97	96.5	90.5	90	91	95.5	94.5	98.5	91	98.5	88.5
Percentil-85	Km/h	112	112.1	111.85	112.1	120.1	106.7	111.1	105.95	111.7	110.2	107.85	115.35
Percentil-98	Km/h	117.12	120.22	115.58	128	128	115.9	123.54	122	128.38	126.68	114.58	131.96
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	72.73	59.09	86.36	50.00	45.45	54.55	65.91	68.18	63.64	50.00	59.09	40.91

CURVA 57													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	13.81	13.77	13.97	14.72	17.14	12.24	16.87	15.05	18.36	16.78	17.79	16.13
Moda	Km/h	91	91	117	90	112	90	86	86	87	90	90	98
Mediana	Km/h	97.5	97.5	97.5	94	97	93	99	95	103	94	92.5	97.5
Promedio	Km/h	99.09	97.45	100.73	97.48	97.32	97.64	101.25	98.23	104.27	96.59	96.95	96.23
Velocidad Mínima	Km/h	67	67	82	66	66	82	79	79	83	62	64	62
Velocidad Máxima	Km/h	127	119	127	135	135	121	154	130	154	136	136	132
Percentil-15	Km/h	84.9	84.6	86	84.0	81	85.15	85.45	85.15	86.15	82.45	82.6	83.15
Percentil-50	Km/h	97.5	97.5	97.5	94	97	93	99	95	103	94	92.5	97.5
Percentil-85	Km/h	113.55	111.7	117	112.55	112	113.55	118.55	116.95	124.65	113.1	113.55	111.4
Percentil-98	Km/h	120.98	116.9	124.06	122.96	127.86	120.16	133.36	129.58	143.92	132.56	131.8	126.12
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	70.45	68.18	72.73	61.36	59.09	63.64	63.64	59.09	68.18	61.36	59.09	63.64

CURVA 58													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	16.27	15.67	16.63	14.85	16.21	13.64	15.50	17.46	13.14	16.31	17.51	14.34
Moda	Km/h	102	72	102	90	107	90	113	113	83	97	86	96
Mediana	Km/h	96	92	98	99	99.5	98	91.5	94	88.5	100.5	104.5	98
Promedio	Km/h	96.73	93.64	99.82	101.75	102.86	100.64	94.93	97.59	92.27	101.14	105.09	97.18
Velocidad Mínima	Km/h	72	72	76	78	78	83	62	62	74	69	75	69
Velocidad Máxima	Km/h	146	133	146	144	136	144	132	132	119	141	141	121
Percentil-15	Km/h	80.45	80	84.15	88.5	87.45	89.15	80.45	81.6	80.15	83.8	86.6	81.15
Percentil-50	Km/h	96	92	98	99	99.5	98	91.5	94	88.5	100.5	104.5	98
Percentil-85	Km/h	108.1	106.25	110.4	116.3	121.55	109.55	114.1	116.7	107.85	120.55	124.85	111.85
Percentil-98	Km/h	134.82	130.48	139.7	137.12	133.9	134.34	124.26	128.22	118.58	128.1	134.7	121
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	61.36	50.00	72.73	70.45	72.73	68.18	50.00	59.09	40.91	72.73	77.27	68.18

CURVA 59													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	12.46	10.63	14.26	15.84	15.50	16.47	16.68	19.31	14.00	14.15	11.68	16.54
Moda	Km/h	96	114	94	89	116	89	86	81	119	116	108	95
Mediana	Km/h	97.5	100	95.5	98	101	95.5	99.5	99.5	99.5	104	106	99.5
Promedio	Km/h	101.43	102.32	100.55	100.11	101.05	99.18	100.73	100.05	101.41	103.32	103.45	103.18
Velocidad Mínima	Km/h	80	80	80	68	68	77	70	70	79	73	78	73
Velocidad Máxima	Km/h	131	118	131	137	125	137	151	151	123	133	120	133
Percentil-15	Km/h	91.45	92.45	90.15	82.5	84.35	82.75	84.9	81	86.3	90	91.45	90
Percentil-50	Km/h	97.5	100	95.5	98	101	95.5	99.5	99.5	99.5	104	106	99.5
Percentil-85	Km/h	114.55	114	116.25	117.65	116	117.8	119	117	119	116.55	115.55	120.7
Percentil-98	Km/h	129.28	117.16	130.16	126.68	122.9	131.54	126.92	138.4	122.58	131.28	118.74	132.16
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	86.36	90.91	81.82	70.45	81.82	59.09	72.73	72.73	72.73	81.82	86.36	77.27

CURVA 60													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Desviación estándar	Km/h	16.52	14.40	18.46	16.00	15.63	16.63	13.79	12.69	14.71	14.85	16.41	12.83
Moda	Km/h	118	119	129	115	120	115	118	118	99	114	123	114
Mediana	Km/h	125	127	123	119.5	120	118	118.5	122.5	116	121	123	117
Promedio	Km/h	124.10	127.45	119.76	120.11	122.05	117.44	118.14	120.55	115.73	119.22	119.64	118.67
Velocidad Mínima	Km/h	76	107	76	75	93	75	88	94	88	80	80	91
Velocidad Máxima	Km/h	162	162	143	157	157	139	146	141	146	147	145	147
Percentil-15	Km/h	110	114.45	107	107.6	108.15	107.25	102	106.3	99.45	107.4	99.6	109
Percentil-50	Km/h	125	127	123	119.5	120	118	118.5	122.5	116	121	123	117
Percentil-85	Km/h	137.6	138.7	135.2	132.35	131	133	131.65	133.85	127.85	133.8	134.9	131
Percentil-98	Km/h	158.2	159.9	142.68	157	157	138.1	146	138.9	146	145.08	143.38	142.2
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	72.73	86.36	59.09	65.91	77.27	54.55	70.45	77.27	63.64	90.91	104.55	77.27

CURVA 61													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Desviación estándar	Km/h	15.04	15.14	15.30	12.68	11.34	14.13	14.87	12.77	16.94	17.85	17.17	18.37
Moda	Km/h	102	83	102	90	90	88	83	83	73	82	82	84
Mediana	Km/h	84.5	84	85	86	86	86.5	83	83	82	87.5	86	88
Promedio	Km/h	87.95	88.05	87.86	86.80	86.14	87.45	84.23	83.14	85.32	89.30	86.18	92.41
Velocidad Mínima	Km/h	59	65	59	62	62	63	56	60	56	50	50	64
Velocidad Máxima	Km/h	119	119	119	122	116	122	121	105	121	134	122	134
Percentil-15	Km/h	75.45	76	75.15	76.5	77	76.3	69	69.15	69.15	74.8	73.6	80.15
Percentil-50	Km/h	84.5	84	85	86	86	86.5	83	83	82	87.5	86	88
Percentil-85	Km/h	102	101.55	102	97.55	95.85	100.4	100.55	97.55	102.7	104.55	99.7	110.1
Percentil-98	Km/h	119	118.58	115.64	116.84	109.7	117.38	114.12	103.32	117.64	124.54	119.48	129.38
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	65.91	68.18	63.64	63.64	72.73	54.55	56.82	59.09	54.55	77.27	72.73	81.82

CURVA 62													
Parámetro estadístico	Unidad	60 metros antes de PC			Punto Comienzo (PC)			Punto Medio (PM)			Punto Termino (PT)		
		Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos			Total de vehículos		
		Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno	Ambos sentidos	Sentido Externo	Sentido Interno
Tamaño de la muestra	Veh.	44	22	22	44	22	22	44	22	22	44	22	22
Límite de velocidad	Km/h	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Desviación estándar	Km/h	14.26	12.77	15.70	14.27	14.55	12.87	12.12	12.00	10.24	13.57	13.77	13.65
Moda	Km/h	87	95	91	72	76	72	74	74	71	87	87	66
Mediana	Km/h	89	91	87	80.5	87	77.5	84.5	91	80	88.5	90.5	84.5
Promedio	Km/h	91.33	92.95	89.77	83.52	87.86	79.18	84.98	89.95	80.00	87.98	88.73	87.23
Velocidad Mínima	Km/h	68	68	73	60	66	60	62	67	62	56	56	66
Velocidad Máxima	Km/h	140	135	140	120	120	118	108	108	98	111	109	111
Percentil-15	Km/h	79	87	77	72.0	73.45	68.6	71.90	74.75	71	72.45	73.6	72.3
Percentil-50	Km/h	89	91	87	80.5	87	77.5	84.5	91	80	88.5	90.5	84.5
Percentil-85	Km/h	101.4	100	104.1	96	100.85	90	98.55	100.85	91.4	104.55	104.85	102.7
Percentil-98	Km/h	135.8	124.2	128.24	118.28	118.32	108.76	107.14	107.58	97.58	110.14	107.74	110.58
Porcentaje de vehículos que exceden el límite de velocidad	%	45.45	50.00	40.91	25.00	36.36	13.64	34.09	50.00	18.18	45.45	50.00	40.91

TABLA PARA REGRESIÓN LINEAL

Enseguida, se verá la tabla donde se relaciona cada velocidad de percentil 85 de cada punto de cada curva con las características geométricas asociadas a la curva correspondiente.

Número de curva	Radio de Curvatura (m)	Grado de curvatura (°)	longitud de curvatura (m)	Ángulo de deflexión (°)	Velocidad percentil 85 real en 60 A PC (km/h)	Velocidad percentil 85 real en PC (km/h)	Velocidad percentil 85 real en PM (km/h)	Velocidad percentil 85 real en PT (km/h)
1	436.5	2.6	360.0	47.3	90.55	91.1	105	94.65
2	792.0	1.4	343.0	24.8	91	96.55	101.55	100.55
3	1139.0	1.0	186.0	9.6	105	105.1	103	110.55
4	1402.5	0.8	238.2	9.7	112.55	107.55	107.55	103.55
5	1706.0	0.7	302.5	10.2	109.55	106	106	114.1
6	2672.7	0.4	160.0	3.4	105.2	103	110	110.1
7	319.0	3.6	191.8	34.7	114.2	106	96.55	101.1
8	425.8	2.7	88.4	10.1	109.55	113.3	116.55	108.55
9	360.5	3.2	276.7	43.3	94.1	95.55	95.55	99.55
10	367.4	3.1	176.9	26.7	92.1	76.65	79.3	87.1
11	575.7	2.0	344.0	34.2	91.55	92	103	94.85
12	596.3	1.9	54.4	5.2	111.55	106.55	129.55	110
13	1437.3	0.8	115.5	4.6	108.1	113.1	111	114.55
14	1254.2	0.9	125.6	5.7	112	113	102.55	108.1
15	512.5	2.2	101.8	11.4	105.55	100	95.55	109.55
16	1046.6	1.1	209.4	11.5	104.1	110.1	104	117
17	1156.2	1.0	162.5	8.1	109.55	111.55	112.55	109.65
18	622.1	1.8	179.0	16.5	102	100.55	98.65	102.55
19	619.8	1.8	194.0	17.9	98	104.55	106	110
20	344.5	3.3	152.7	25.1	102.1	105.55	94	104.65
21	313.7	3.7	140.9	26.6	101.1	93.55	85.55	98.1
22	230.9	5.0	115.9	26.4	97.65	106	95	106.55
23	183.5	6.2	151.0	47.1	103.55	97.1	94	95
24	1173.4	1.0	177.3	8.7	86	88.55	84	87
25	203.3	5.6	148.3	41.8	102.1	101.55	97	98.55
26	701.2	1.6	231.7	18.9	87	88.55	84.1	87.55
27	1223.7	0.9	118.8	5.6	88.1	91.55	89.1	89.55
28	811.5	1.4	184.2	13.0	105	100.55	104.3	99.65
29	1142.1	1.0	306.2	15.4	112.1	107.55	112.65	109.1
30	412.1	2.8	335.2	47.3	108.55	107.55	108.2	109.65
31	712.9	1.6	669.6	53.8	115.2	113.1	110.65	117.65
32	464.2	2.5	206.5	25.2	96.1	97.55	102.55	108

33	754.9	1.5	620.0	47.4	110.4	109	102.55	105.55
34	755.5	1.5	541.6	43.0	119	121.1	120.1	127.55
35	1805.8	0.6	466.9	20.4	121.55	121.55	116	124.2
36	1992.8	0.6	146.2	6.4	132	130	130.55	128.2
37	1544.1	0.7	239.5	15.0	79.65	90.55	80.55	84.65
38	570.5	2.0	242.3	27.1	96	92.65	95.1	94
39	256.6	4.5	212.1	48.2	81.55	98.55	92	88
40	1149.3	1.0	277.0	15.5	88.1	85.55	74.55	87.1
41	404.0	2.8	225.7	32.0	88.1	83.55	86.55	83.65
42	157.9	7.3	243.2	85.7	97.1	87.65	80	89.55
43	284.8	4.0	282.1	57.6	87.3	92.3	61.55	77.55
44	569.2	2.0	182.6	20.3	85.55	78	66.55	73.1
45	339.4	3.4	208.4	44.2	95.55	86	72.1	80.55
46	3391.0	0.3	204.0	9.4	93	91.55	81	91.55
47	377.3	3.0	269.4	44.2	100.2	106.1	92.1	96.55
48	533.6	2.1	137.2	19.6	112.55	104.1	101.55	105
49	686.1	1.7	300.3	26.5	108.1	108.1	112.1	104.55
50	1461.5	0.8	228.3	11.4	119.3	116.65	120.55	115.55
51	458.8	2.5	239.2	32.1	122.55	118	120	124.55
52	3802.3	0.3	306.6	8.1	108.1	106.55	103.55	105.1
53	632.1	1.8	168.4	15.6	114.1	116.65	113.55	120.1
54	453.6	2.5	207.9	28.1	106.1	108	110	111.1
55	1346.6	0.9	245.8	16.7	103.2	99.1	102.55	112
56	1019.6	1.1	308.6	18.0	112	112.1	111.1	110.2
57	928.2	1.2	281.4	19.3	113.55	112.55	118.55	113.1
58	1726.7	0.7	251.0	12.5	108.1	116.3	114.1	120.55
59	961.2	1.2	241.0	17.4	114.55	117.65	119	116.55
60	442.8	2.6	234.3	30.3	137.6	132.35	131.65	133.8
61	457.1	2.5	391.7	49.1	102	97.55	100.55	104.55
62	578.1	2.0	373.6	37.0	101.4	96	98.55	104.55

PROCEDIMIENTO EN R STUDIO

A continuación, se presentarán los pasos que se realizaron hasta encontrar cada uno de los modelos desarrollados en el presente trabajo.

60 A PC 80 km/h

```
> View(X60_A_PC_80)
> attach(X60_A_PC_80)

> ML_2<- lm(X60_A_PC_80$`60 metros antes de PC`~(X60_A_PC_80$`Radio de
Curvatura`+X60_A_PC_80$`Grado de curvatura`+X60_A_PC_80$`Longitud de
curvatura`+X60_A_PC_80$`Límite de velocidad`))

> summary(ML_2)

Call:
lm(formula = X60_A_PC_80$`60 metros antes de PC` ~ (X60_A_PC_80$`Radio de Curvatura` +
  X60_A_PC_80$`Grado de curvatura` + X60_A_PC_80$`Longitud de curvatura` +
  X60_A_PC_80$`Límite de velocidad`))

Residuals:
    Min     1Q   Median     3Q     Max
-11.9692 -4.1759 -0.9476  3.1101  18.8207

Coefficients:
                Estimate      Std. Error  t value    Pr(>|t|)
(Intercept)      15.650987     16.007459   0.978     0.33757
`Radio de Curvatura` -0.003748     0.005305  -0.707     0.48641
`Grado de curvatura` -3.115287     1.341716  -2.322     0.02868 *
`Longitud de curvatura` -0.047122     0.016024  -2.941     0.00696 **
`Límite de velocidad`  1.288215     0.206495   6.238     1.59e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.251 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7422,    Adjusted R-squared:  0.7009
F-statistic: 17.99 on 4 and 25 DF, p-value: 4.507e-07
```

Nueva corrida (2):

```
> ML_2<- lm(X60_A_PC_80$`60 metros antes de PC`~(X60_A_PC_80$`Grado de curvatura`+X60_A_PC_80$`Longitud de curvatura`+X60_A_PC_80$`Límite de velocidad`))
```

```
> summary(ML_2)
```

Call:

```
lm(formula = X60_A_PC_80$`60 metros antes de PC` ~ (X60_A_PC_80$`Grado de curvatura` + X60_A_PC_80$`Longitud de curvatura` + X60_A_PC_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-11.3945	-4.7974	-0.6264	2.1953	19.5692

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	12.71120	15.30758	0.830	0.41388
`Grado de curvatura`	-2.35816	0.79951	-2.950	0.00665 **
`Longitud de curvatura`	-0.04662	0.01585	-2.941	0.00679 **
`Límite de velocidad`	1.26801	0.20253	6.261	1.26e-06 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.18 on 26 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.737, Adjusted R-squared: 0.7067

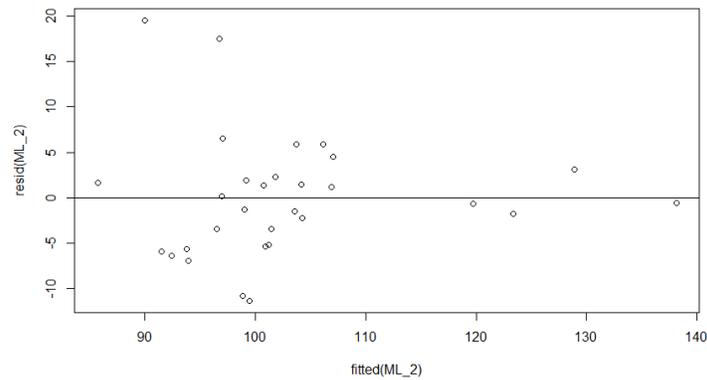
F-statistic: 24.29 on 3 and 26 DF, p-value: 1.047e-07

Ecuación:

$$V_{85} = 12.7112 - 2.35816 G_c - 0.04662 L_c + 1.26801 \text{ Lim. Vel.}$$

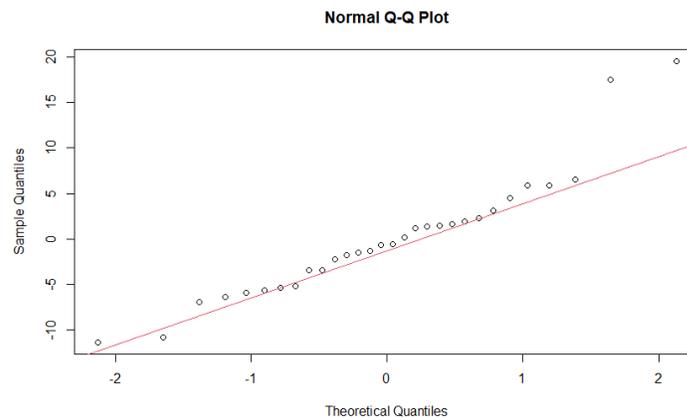
```
> plot(fitted(ML_2),resid(ML_2))
```

```
> abline(h=0,Col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_2))
```

```
> qqline(resid(ML_2),col=2)
```



60 A PC - 90 km/h

```
> View(X60_A_PC_90)
```

```
> attach(X60_A_PC_90)
```

```
ML_1<- lm(X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC`~(`Grado de curvatura`+`Longitud de curvatura`+`Ángulo de deflexión`+`Límite de velocidad`+`Radio de Curvatura`))
```

```
> summary(ML_1)
```

Call:

```
lm(formula = X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC` ~ (`Grado de curvatura` + `Longitud de curvatura` + `Ángulo de deflexión` + `Límite de velocidad` + `Radio de Curvatura`))
```

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -15.3851 -2.8477 -0.5353 3.8727 14.2404

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.795550	23.682542	0.287	0.777
`Grado de curvatura`	0.425302	7.355250	0.058	0.954
`Longitud de curvatura`	0.014562	0.040073	0.363	0.720
`Ángulo de deflexión`	-0.656526	0.510643	-1.286	0.213
`Límite de velocidad`	1.251449	0.230511	5.429	2.19e-05 ***
`Radio de Curvatura`	-0.002991	0.002751	-1.087	0.289

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.022 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7046, Adjusted R-squared: 0.6342

F-statistic: 10.02 on 5 and 21 DF, p-value: 5.205e-05

NUEVA CORRIDA (2):

```
> ML_1<- lm(X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC`~(`Longitud de curvatura`+`Ángulo de deflexión`+`Límite de velocidad`+`Radio de Curvatura`))
```

```
> summary(ML_1)
```

Call:

```
lm(formula = X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC` ~ (`Longitud de curvatura` + `Ángulo de deflexión` + `Límite de velocidad` + `Radio de Curvatura`))
```

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -15.3664 -2.8484 -0.5369 3.8566 14.2141

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.488867	19.954918	0.375	0.71104
`Longitud de curvatura`	0.012559	0.019687	0.638	0.53010
`Ángulo de deflexión`	-0.629626	0.205728	-3.060	0.00573 **

```

`Límite de velocidad`  1.251336    0.225221    5.556    1.39e-05 ***
`Radio de Curvatura`  -0.003075    0.002281   -1.348    0.19138

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.861 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7045, Adjusted R-squared: 0.6508

F-statistic: 13.11 on 4 and 22 DF, p-value: 1.312e-05

NUEVA CORRIDA (3):

```

> ML_1<- lm(X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC`~(`Ángulo de deflexión`+`Límite de
velocidad`+`Radio de Curvatura`))

```

```

> summary(ML_1)

```

Call:

```

lm(formula = X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC` ~ (`Ángulo de deflexión` +
`Límite de velocidad` + `Radio de Curvatura`))

```

Residuals:

```

Min      1Q  Median      3Q      Max
-14.5697 -3.3774 -0.0489  4.4837 14.3767

```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.510307	17.388653	0.087	0.931538
`Ángulo de deflexión`	-0.527440	0.127419	-4.139	0.000398 ***
`Límite de velocidad`	1.322339	0.193255	6.842	5.61e-07 ***
`Radio de Curvatura`	-0.002362	0.001963	-1.203	0.241075

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.772 on 23 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.699, Adjusted R-squared: 0.6598

F-statistic: 17.81 on 3 and 23 DF, p-value: 3.379e-06

NUEVA CORRIDA (4):

```

> ML_1<- lm(X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC`~(`Ángulo de deflexión`+`Límite de
velocidad`))

```

```
> summary(ML_1)
```

Call:

```
lm(formula = X60_A_PC_90$`60 metros antes de PC` ~ (`Ángulo de deflexión` +  
`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max  
-13.9002 -2.8094 -0.2868  3.7250 15.1323
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.33955	17.48151	-0.019	0.984664
`Ángulo de deflexión`	-0.43090	0.09991	-4.313	0.000238 ***
`Límite de velocidad`	1.28807	0.19292	6.677	6.62e-07 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.835 on 24 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6801, Adjusted R-squared: 0.6534

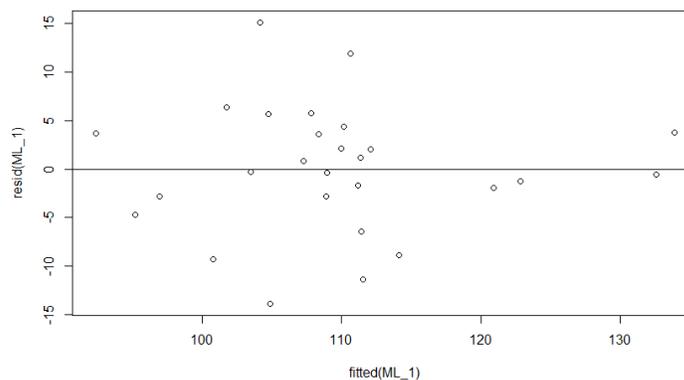
F-statistic: 25.51 on 2 and 24 DF, p-value: 1.149e-06

Ecuación:

$$V85 = -0.33955 - 0.4309 \Delta + 1.28807 \text{ Lim. Vel.}$$

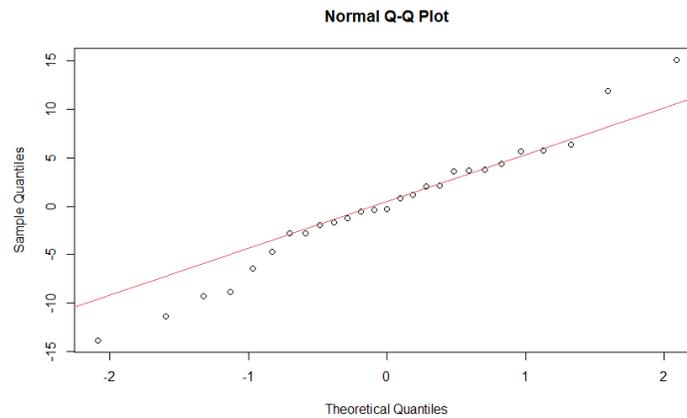
```
plot(fitted(ML_1),resid(ML_1))
```

```
> abline(h=0,Col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_1))
```

```
> qqline(resid(ML_1),col=2)
```



PC – 80 km/h

```
> View(PC_80)
```

```
> attach(PC_80)
```

```
> ML_3<- lm(PC_80$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_80$`Radio de Curvatura`+PC_80$`Longitud de
curvatura`+PC_80$`Grado de curvatura`+PC_80$`Límite de velocidad`+PC_80$`Ángulo de
deflexión`))
```

```
> summary(ML_3)
```

Call:

```
lm(formula = PC_80$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_80$`Radio de Curvatura` +
PC_80$`Longitud de curvatura` + PC_80$`Grado de curvatura` +
PC_80$`Límite de velocidad` + PC_80$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-12.8649 -4.7298 -0.0511  5.9419 12.1244
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	49.669288	18.541869	2.679	0.01443 *
`Radio de Curvatura`	-0.004751	0.006525	-0.728	0.47496
`Longitud de curvatura`	-0.022880	0.042468	-0.539	0.59600
`Grado de curvatura`	-4.493116	2.940804	-1.528	0.14221
`Límite de velocidad`	0.861467	0.256832	3.354	0.00316 **
`Ángulo de deflexión`	0.095298	0.370568	0.257	0.79968

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.685 on 20 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6694, Adjusted R-squared: 0.5867

F-statistic: 8.099 on 5 and 20 DF, p-value: 0.000259

NUEVA CORRIDA (2):

> ML_3<- lm(PC_80\$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_80\$`Radio de Curvatura`+PC_80\$`Longitud de curvatura`+PC_80\$`Grado de curvatura`+PC_80\$`Límite de velocidad`))

> summary(ML_3)

Call:

lm(formula = PC_80\$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_80\$`Radio de Curvatura` + PC_80\$`Longitud de curvatura` + PC_80\$`Grado de curvatura` + PC_80\$`Límite de velocidad`))

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.1952	-4.8816	-0.1993	5.7706	12.6297

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	51.522948	16.699332	3.085	0.00561 **
PC_80\$`Radio de Curvatura`	-0.005280	0.006054	-0.872	0.39301
PC_80\$`Longitud de curvatura`	-0.012895	0.016819	-0.767	0.45179
PC_80\$`Grado de curvatura`	-3.896134	1.764829	-2.208	0.03853 *
PC_80\$`Límite de velocidad`	0.828498	0.217543	3.808	0.00103 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.512 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6683, Adjusted R-squared: 0.6051

F-statistic: 10.58 on 4 and 21 DF, p-value: 7.445e-05

NUEVA CORRIDA (3):

```
> ML_3<- lm(PC_80$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_80$`Radio de Curvatura`+PC_80$`Grado de
curvatura`+PC_80$`Límite de velocidad`))
```

```
> summary(ML_3)
```

Call:

```
lm(formula = PC_80$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_80$`Radio de Curvatura` +
PC_80$`Grado de curvatura` + PC_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q    Max
-13.6798 -5.0026  0.2345  6.0481 10.7717
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	57.974536	14.288586	4.057	0.000524 ***
Radio de Curvatura`	-0.004446	0.005899	-0.754	0.459044
`Grado de curvatura`	-3.651318	1.719367	-2.124	0.045185 *
`Límite de velocidad`	0.704251	0.143769	4.899	6.74e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.442 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.659, Adjusted R-squared: 0.6125

F-statistic: 14.17 on 3 and 22 DF, p-value: 2.324e-05

NUEVA CORRIDA (4):

```
> ML_3<- lm(PC_80$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_80$`Grado de curvatura`+PC_80$`Límite de
velocidad`))
```

```
> summary(ML_3)
```

Call:

```
lm(formula = PC_80$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_80$`Grado de curvatura` +
PC_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q    Max
-14.1748 -4.8870  0.9592  6.3245 11.6083
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	53.6644	12.9706	4.137	0.0004 ***
`Grado de curvatura`	-2.6157	1.0238	-2.555	0.0177 *
`Límite de velocidad`	0.6888	0.1410	4.887	6.18e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.371 on 23 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6502, Adjusted R-squared: 0.6198

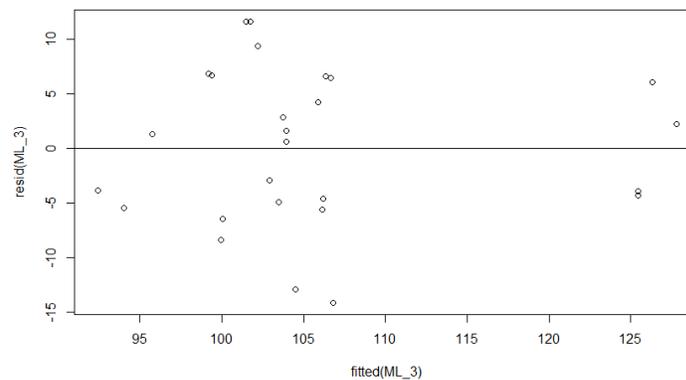
F-statistic: 21.38 on 2 and 23 DF, p-value: 5.672e-06

Ecuación:

$$V85 = 53.66443 - 2.61574 Gc + 0.688769 Lim. Vel.$$

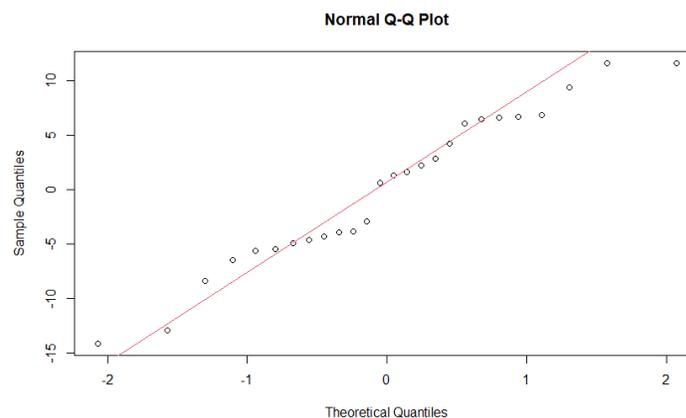
```
> plot(fitted(ML_3),resid(ML_3))
```

```
> abline(h=0,Col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_3))
```

```
> qqline(resid(ML_3),col=2)
```



PC – 90 km/h

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Radio de Curvatura`+PC_90$`Longitud de
curvatura`+PC_90$`Grado de curvatura`+PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de
deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Radio de Curvatura` +
PC_90$`Longitud de curvatura` + PC_90$`Grado de curvatura` +
PC_90$`Límite de velocidad` + PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q    Max
-9.6635 -3.7032 -0.2291  4.4975 11.7609
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.604858	21.527058	0.818	0.423
`Radio de Curvatura`	-0.001652	0.002501	-0.661	0.516
`Longitud de curvatura`	0.007991	0.036425	0.219	0.828
`Grado de curvatura`	-1.698747	6.685807	-0.254	0.802
`Límite de velocidad`	1.109657	0.209531	5.296	2.99e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.415624	0.464167	-0.895	0.381

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.383 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.704, Adjusted R-squared: 0.6336

F-statistic: 9.991 on 5 and 21 DF, p-value: 5.299e-05

NUEVA CORRIDA (2):

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Radio de Curvatura`+PC_90$`Grado de
curvatura`+PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Radio de Curvatura` +
```

PC_90\$`Grado de curvatura` + PC_90\$`Límite de velocidad` +
PC_90\$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-9.723 -3.709 -0.145 4.664 11.709

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	18.709995	20.471591	0.914	0.3707
`Radio de Curvatura`	-0.001788	0.002370	-0.755	0.4585
`Grado de curvatura`	-2.966624	3.288108	-0.902	0.3767
`Límite de velocidad`	1.120741	0.198901	5.635	1.15e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.318994	0.143245	-2.227	0.0365 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.244 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7034, Adjusted R-squared: 0.6494

F-statistic: 13.04 on 4 and 22 DF, p-value: 1.368e-05

NUEVA CORRIDA (3):

> ML_4<- lm(PC_90\$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90\$`Grado de curvatura`+PC_90\$`Límite de
velocidad`+PC_90\$`Ángulo de deflexión`))

> summary(ML_4)

Call:

lm(formula = PC_90\$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90\$`Grado de curvatura` +
PC_90\$`Límite de velocidad` + PC_90\$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-10.4024 -4.2926 -0.7149 4.6374 12.2391

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	11.6899	18.0644	0.647	0.5240
`Grado de curvatura`	-1.3645	2.4873	-0.549	0.5886

`Límite de velocidad`	1.1487	0.1936	5.934	4.76e-06 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.3163	0.1419	-2.230	0.0358 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.185 on 23 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6957, Adjusted R-squared: 0.656

F-statistic: 17.53 on 3 and 23 DF, p-value: 3.833e-06

NUEVA CORRIDA (4):

```
> ML_4<- lm(PC_90$`Punto Comienzo (PC)`~(PC_90$`Límite de velocidad`+PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_4)
```

Call:

```
lm(formula = PC_90$`Punto Comienzo (PC)` ~ (PC_90$`Límite de velocidad` + PC_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-10.1273	-4.6733	-0.5797	4.1339	12.2037

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.90367	15.58590	0.443	0.661773
PC_90\$`Límite de velocidad`	1.19460	0.17200	6.945	3.5e-07 ***
PC_90\$`Ángulo de deflexión`	-0.37629	0.08908	-4.224	0.000299 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.094 on 24 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6917, Adjusted R-squared: 0.666

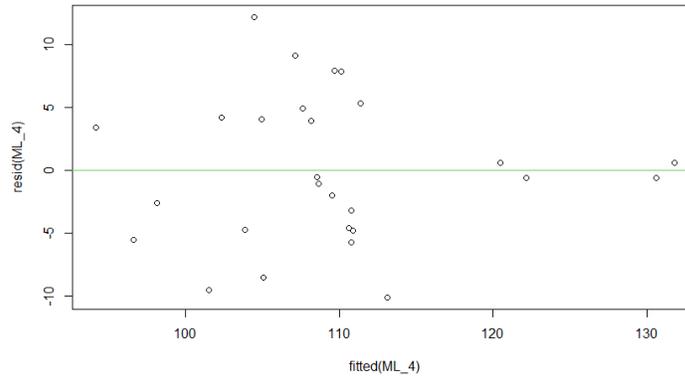
F-statistic: 26.92 on 2 and 24 DF, p-value: 7.376e-07

ECUACIÓN:

$$V_{85} = 6.903673 - 0.37629 \Delta + 1.194603 \text{ Lim. Vel.}$$

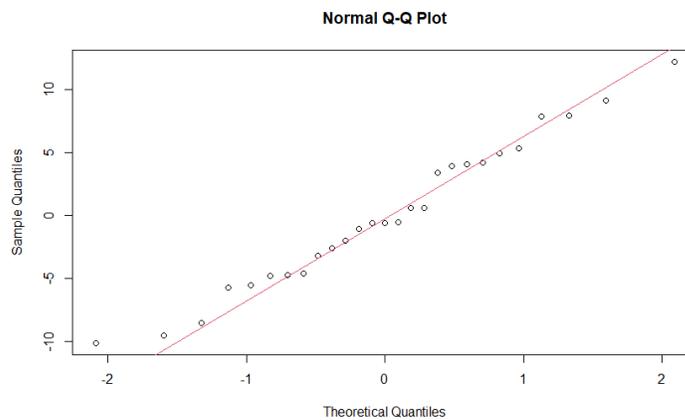
```
> plot(fitted(ML_4),resid(ML_4))
```

```
> abline(h=0,Col=3)
```



```
> qqnorm(resid(ML_4))
```

```
> qqline(resid(ML_4),col=2)
```



PM – 80 km/h

```
> View(PM_80)
```

```
> attach(PM_80)
```

```
> ML_5<- lm(PM_80$`Punto Medio (PM)`~(PM_80$`Radio de Curvatura`+PM_80$`Longitud de curvatura`+PM_80$`Grado de curvatura`+PM_80$`Límite de velocidad`+PM_80$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_5)
```

Call:

```
lm(formula = PM_80$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_80$`Radio de Curvatura` +  
  PM_80$`Longitud de curvatura` + PM_80$`Grado de curvatura` +  
  PM_80$`Límite de velocidad` + PM_80$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:
 Min 1Q Median 3Q Max
 -9.3855 -5.7603 -0.2642 6.5735 11.1700

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	21.564030	17.624351	1.224	0.236903
Radio de Curvatura`	0.006171	0.006975	0.885	0.387976
`Longitud de curvatura`	-0.102235	0.046801	-2.184	0.042401 *
`Grado de curvatura`	-8.935808	3.232028	-2.765	0.012764 *
`Límite de velocidad`	1.102242	0.246005	4.481	0.000289 ***
`Ángulo de deflexión`	1.054839	0.445430	2.368	0.029276 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.481 on 18 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7628, Adjusted R-squared: 0.6969

F-statistic: 11.58 on 5 and 18 DF, p-value: 4.09e-05

NUEVA CORRIDA (2):

```
> ML_5<- lm(PM_80$`Punto Medio (PM)`~(PM_80$`Longitud de curvatura`+PM_80$`Grado de curvatura`+PM_80$`Límite de velocidad`+PM_80$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_5)
```

Call:

```
lm(formula = PM_80$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_80$`Longitud de curvatura` + PM_80$`Grado de curvatura` + PM_80$`Límite de velocidad` + PM_80$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:
 Min 1Q Median 3Q Max
 -9.2737 -4.6050 -0.9996 6.9326 11.0072

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	27.74217	16.08907	1.724	0.100888

`Longitud de curvatura`	-0.09040	0.04459	-2.027	0.056894 .
`Grado de curvatura`	-9.20702	3.19901	-2.878	0.009631 **
`Límite de velocidad`	1.10610	0.24456	4.523	0.000233 ***
`Ángulo de deflexión`	0.89248	0.40354	2.212	0.039445 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.438 on 19 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7525, Adjusted R-squared: 0.7004

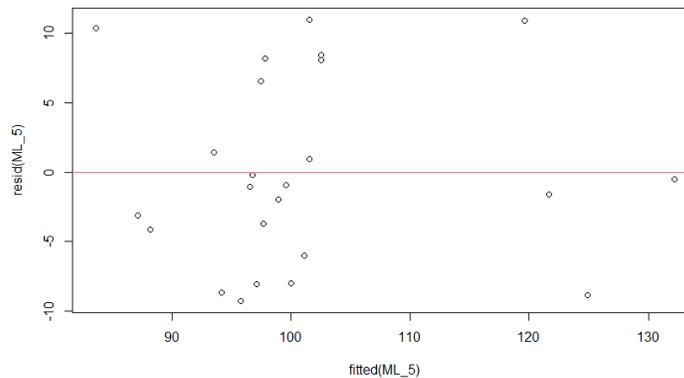
F-statistic: 14.44 on 4 and 19 DF, p-value: 1.413e-05

Ecuación:

$$V85 = 27.74217 - 9.20702 Gc - 0.0904 Lc + 0.892477 \Delta + 1.106095 \text{ Lim. Vel.}$$

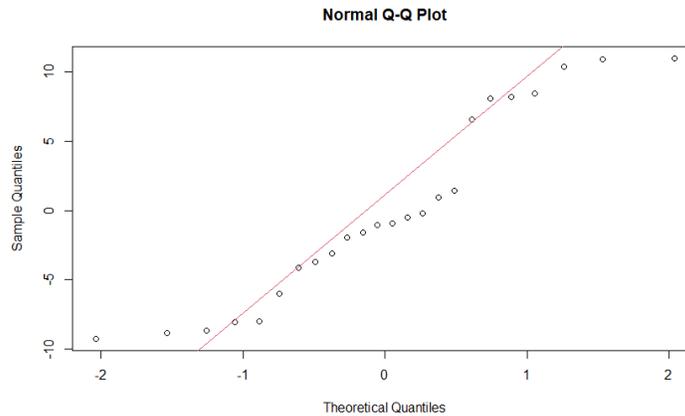
```
> plot(fitted(ML_5),resid(ML_5))
```

```
> abline(h=0, col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_5))
```

```
> qqline(resid(ML_5),col=2)
```



PM – 90 km/h

```
> View(PM_90)
```

```
> ML_6<- lm(PM_90$`Punto Medio (PM)`~(PM_90$`Radio de Curvatura`+PM_90$`Longitud de
curvatura`+PM_90$`Grado de curvatura`+PM_90$`Límite de velocidad`+PM_90$`Ángulo de
deflexión`))
```

```
> summary(ML_6)
```

Call:

```
lm(formula = PM_90$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_90$`Radio de Curvatura` +
  PM_90$`Longitud de curvatura` + PM_90$`Grado de curvatura` +
  PM_90$`Límite de velocidad` + PM_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q   Max
-7.5048 -3.4224  0.3341  3.4682  8.9291
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	32.9893355	17.0527883	1.935	0.0689 .
Radio de Curvatura`	0.0006241	0.0021867	0.285	0.7786
`Longitud de curvatura`	-0.0312863	0.0306084	-1.022	0.3203
`Grado de curvatura`	-7.3525037	5.3037036	-1.386	0.1826
`Límite de velocidad`	0.9700552	0.1660057	5.844	1.56e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	0.2424486	0.3956291	0.613	0.5477

```
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.922 on 18 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7705, Adjusted R-squared: 0.7068

F-statistic: 12.09 on 5 and 18 DF, p-value: 3.078e-05

NUEVA CORRIDA (2):

```
> ML_6<- lm(PM_90$`Punto Medio (PM)`~(PM_90$`Longitud de curvatura`+PM_90$`Grado de curvatura`+PM_90$`Límite de velocidad`+PM_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_6)
```

Call:

```
lm(formula = PM_90$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_90$`Longitud de curvatura` +  
PM_90$`Grado de curvatura` + PM_90$`Límite de velocidad` +  
PM_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-7.7241	-3.1621	0.2516	3.4587	8.7800

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	35.19601	14.82734	2.374	0.0283 *
`Longitud de curvatura`	-0.03091	0.02983	-1.036	0.3132
`Grado de curvatura`	-7.79806	4.94470	-1.577	0.1313
`Límite de velocidad`	0.96092	0.15891	6.047	8.13e-06 ***
`Ángulo de deflexión`	0.23714	0.38552	0.615	0.5458

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.801 on 19 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7695, Adjusted R-squared: 0.7209

F-statistic: 15.86 on 4 and 19 DF, p-value: 7.334e-06

NUEVA CORRIDA (3):

```
> ML_6<- lm(PM_90$`Punto Medio (PM)`~(PM_90$`Grado de curvatura`+PM_90$`Límite de velocidad`+PM_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_6)
```

```

Call:
lm(formula = PM_90$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_90$`Grado de curvatura` +
  PM_90$`Límite de velocidad` + PM_90$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:
    Min     1Q  Median     3Q     Max
-7.1297 -2.9676 -0.3149  2.6662  9.4448

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)          31.9794   14.5253   2.202  0.0396 *
`Grado de curvatura`  -3.1082    1.9938  -1.559  0.1347
`Límite de velocidad`  0.9187    0.1539   5.970 7.73e-06 ***
`Ángulo de deflexión` -0.1462    0.1087  -1.345  0.1936
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.81 on 20 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7565,    Adjusted R-squared:  0.7199
F-statistic: 20.71 on 3 and 20 DF,  p-value: 2.397e-06

```

NUEVA CORRIDA (4):

```

> ML_6<- lm(PM_90$`Punto Medio (PM)`~(PM_90$`Límite de velocidad`+PM_90$`Ángulo de
deflexión`))
> summary(ML_6)

Call:
lm(formula = PM_90$`Punto Medio (PM)` ~ (PM_90$`Límite de velocidad` +
  PM_90$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:
    Min     1Q  Median     3Q     Max
-7.2214 -3.5538 -0.4344  2.9456 10.2780

Coefficients:
                Estimate      Std. Error  t value    Pr(>|t|)
(Intercept)          20.43533      12.91446    1.582    0.128512
`Límite de velocidad`  1.02712      0.14186    7.240    3.92e-07 ***

```

`Ángulo de deflexión` -0.27591 0.07219 -3.822 0.000993 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.971 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7269, Adjusted R-squared: 0.7008

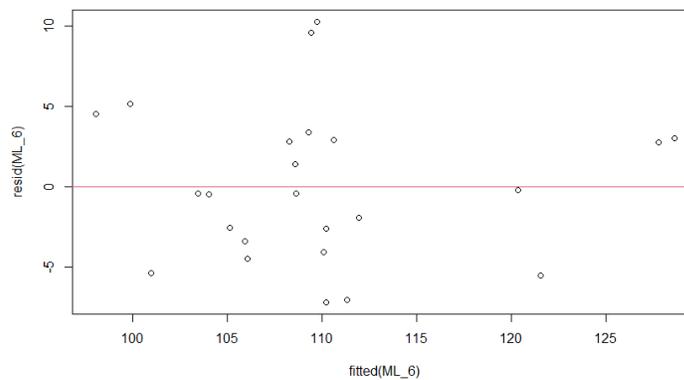
F-statistic: 27.94 on 2 and 21 DF, p-value: 1.208e-06

Ecuación:

$$V85 = 20.43533 - 0.27591 \Delta + 1.027115 \text{ Lim. Vel.}$$

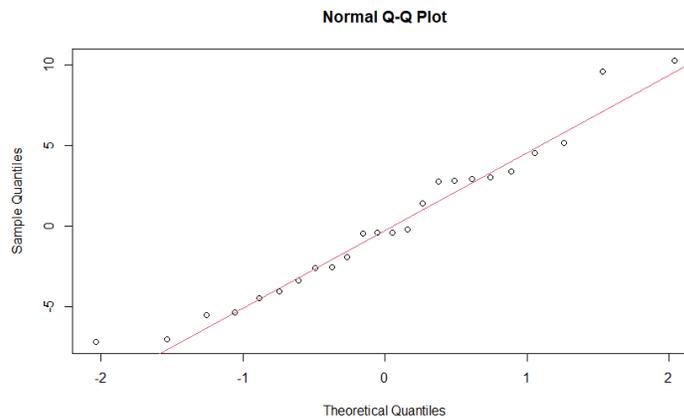
```
> plot(fitted(ML_6),resid(ML_6))
```

```
> abline(h=0, col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_6))
```

```
> qqline(resid(ML_6),col=2)
```



PT – 80 km/h

```
> ML_7<- lm(PT_80$`Punto Termino (PT)`~(PT_80$`Radio de Curvatura`+PT_80$`Longitud de
curvatura`+PT_80$`Grado de curvatura`+PT_80$`Límite de velocidad`+PT_80$`Ángulo de
deflexión`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_80$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_80$`Radio de Curvatura` +
PT_80$`Longitud de curvatura` + PT_80$`Grado de curvatura` +
PT_80$`Límite de velocidad` + PT_80$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q   Max
-13.664 -3.020 -0.033  3.241 14.593
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	34.520272	18.345162	1.882	0.07615 .
`Radio de Curvatura`	-0.008351	0.006197	-1.348	0.19448
`Longitud de curvatura`	-0.018366	0.041255	-0.445	0.66149
`Grado de curvatura`	-3.749080	2.893801	-1.296	0.21150
`Límite de velocidad`	1.092978	0.251504	4.346	0.00039 ***
Ángulo de deflexión`	-0.132276	0.371322	-0.356	0.72581

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.299 on 18 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7672, Adjusted R-squared: 0.7025

F-statistic: 11.86 on 5 and 18 DF, p-value: 3.483e-05

NUEVA CORRIDA (2):

```
> ML_7<- lm(PT_80$`Punto Termino (PT)`~(PT_80$`Radio de Curvatura`+PT_80$`Longitud de
curvatura`+PT_80$`Grado de curvatura`+PT_80$`Límite de velocidad`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_80$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_80$`Radio de Curvatura` +
  PT_80$`Longitud de curvatura` + PT_80$`Grado de curvatura` +
  PT_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q    Max
-13.7546 -3.0416  0.5814  3.2753 14.0376
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	32.290305	16.843221	1.917	0.0704 .
Radio de Curvatura`	-0.007695	0.005779	-1.332	0.1988
`Longitud de curvatura`	-0.031692	0.016990	-1.865	0.0776 .
`Grado de curvatura`	-4.577645	1.681647	-2.722	0.0135 *
`Límite de velocidad`	1.134106	0.218244	5.196	5.14e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.129 on 19 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7656, Adjusted R-squared: 0.7162

F-statistic: 15.51 on 4 and 19 DF, p-value: 8.571e-06

NUEVA CORRIDA (3):

```
> ML_7<- lm(PT_80$`Punto Termino (PT)`~(PT_80$`Longitud de curvatura`+PT_80$`Grado de
  curvatura`+PT_80$`Límite de velocidad`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_80$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_80$`Longitud de curvatura` +
  PT_80$`Grado de curvatura` + PT_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

```
Min    1Q  Median    3Q    Max
-12.3192 -4.4058 -0.8896  4.6712 14.9849
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	26.63390	16.61066	1.603	0.1245

`Longitud de curvatura`	-0.02854	0.01715	-1.665	0.1116
`Grado de curvatura`	-2.79124	1.03329	-2.701	0.0137 *
`Límite de velocidad`	1.07759	0.21818	4.939	7.91e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.265 on 20 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7437, Adjusted R-squared: 0.7052

F-statistic: 19.34 on 3 and 20 DF, p-value: 3.967e-06

NUEVA CORRIDA (4):

```
> ML_7<- lm(Punto Termino (PT)~(Grado de curvatura`+Límite de
velocidad`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_80$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_80$`Grado de curvatura` +
PT_80$`Límite de velocidad`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-14.3012	-4.2049	0.2749	7.3054	8.9990

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	43.6681	13.6246	3.205	0.00425 **
`Grado de curvatura`	-2.6829	1.0738	-2.498	0.02085 *
`Límite de velocidad`	0.8003	0.1467	5.455	2.06e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.566 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7082, Adjusted R-squared: 0.6804

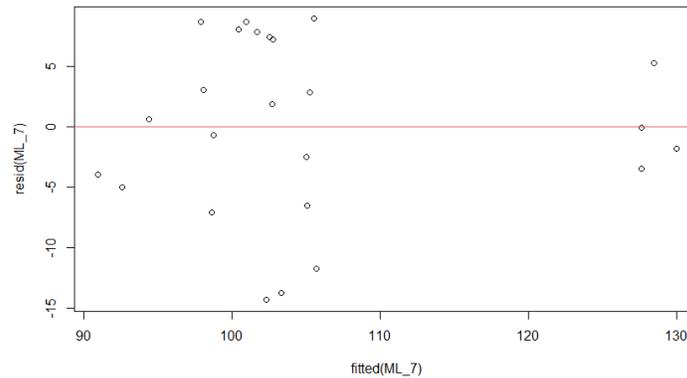
F-statistic: 25.48 on 2 and 21 DF, p-value: 2.421e-06

Ecuación:

$$V_{85} = 43.66809 - 2.68291 G_c + 0.800274 \text{ Lim. Vel.}$$

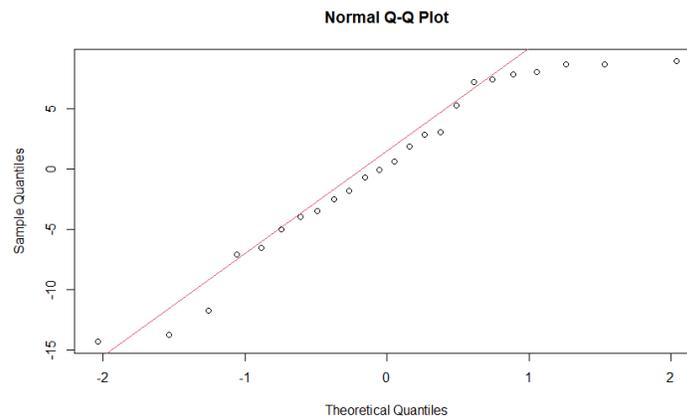
```
> plot(fitted(ML_7),resid(ML_7))
```

```
> abline(h=0, col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_7))
```

```
> qqline(resid(ML_7),col=2)
```



PT – 90 km/h

```
> View(PT_90)
```

```
> ML_7<- lm(PT_90$`Punto Termino (PT)`~(PT_90$`Radio de Curvatura`+PT_90$`Longitud de
curvatura`+PT_90$`Grado de curvatura`+PT_90$`Límite de velocidad`+PT_90$`Ángulo de
deflexión`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_90$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_90$`Radio de Curvatura` +
```

PT_90\$`Longitud de curvatura` + PT_90\$`Grado de curvatura` +
 PT_90\$`Límite de velocidad` + PT_90\$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -9.4220 -3.1841 0.7739 3.5828 9.4673

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.528e+00	2.158e+01	0.303	0.7654
Radio de Curvatura`	9.722e-05	2.465e-03	0.039	0.9689
`Longitud de curvatura`	6.606e-02	3.513e-02	1.880	0.0747 .
`Grado de curvatura`	8.156e+00	6.542e+00	1.247	0.2269
`Límite de velocidad`	1.011e+00	2.072e-01	4.881	9.04e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-9.436e-01	4.535e-01	-2.081	0.0505 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.267 on 20 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7035, Adjusted R-squared: 0.6294

F-statistic: 9.493 on 5 and 20 DF, p-value: 9.291e-05

NUEVA CORRIDA (2):

> ML_7<- lm(PT_90\$`Punto Termino (PT)`~(PT_90\$`Longitud de curvatura`+PT_90\$`Grado de curvatura`+PT_90\$`Límite de velocidad`+PT_90\$`Ángulo de deflexión`))

> summary(ML_7)

Call:

lm(formula = PT_90\$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_90\$`Longitud de curvatura` +
 PT_90\$`Grado de curvatura` + PT_90\$`Límite de velocidad` +
 PT_90\$`Ángulo de deflexión`))

Residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
 -9.4367 -3.1669 0.7716 3.5527 9.4364

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.95419	18.22173	0.382	0.7066
`Longitud de curvatura`	0.06575	0.03341	1.968	0.0624 .
`Grado de curvatura`	8.02056	5.43402	1.476	0.1548
`Límite de velocidad`	1.01021	0.19989	5.054	5.28e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.93970	0.43210	-2.175	0.0412 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.116 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7035, Adjusted R-squared: 0.647

F-statistic: 12.46 on 4 and 21 DF, p-value: 2.396e-05

NUEVA CORRIDA (3):

```
> ML_7<- lm(PT_90$`Punto Termino (PT)`~(PT_90$`Longitud de curvatura`+PT_90$`Límite de
velocidad`+PT_90$`Ángulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_90$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_90$`Longitud de curvatura` +
PT_90$`Límite de velocidad` + PT_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.149	-3.605	1.024	3.695	9.409

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	16.14644	17.57710	0.919	0.368
`Longitud de curvatura`	0.02179	0.01555	1.402	0.175
`Límite de velocidad`	1.02442	0.20494	4.999	5.29e-05 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.33013	0.13045	-2.531	0.019 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.278 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6728, Adjusted R-squared: 0.6281

F-statistic: 15.08 on 3 and 22 DF, p-value: 1.491e-05

NUEVA CORRIDA (4):

```
> ML_7<- lm(Punto Termino (PT)~(Limite de velocidad`+Angulo de deflexión`))
```

```
> summary(ML_7)
```

Call:

```
lm(formula = PT_90$`Punto Termino (PT)` ~ (PT_90$`Limite de velocidad` + PT_90$`Ángulo de deflexión`))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.039	-3.120	0.623	4.188	10.268

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.38029	16.47218	0.387	0.7021
`Limite de velocidad`	1.16738	0.18144	6.434	1.45e-06 ***
`Ángulo de deflexión`	-0.19827	0.09225	-2.149	0.0424 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.408 on 23 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6435, Adjusted R-squared: 0.6125

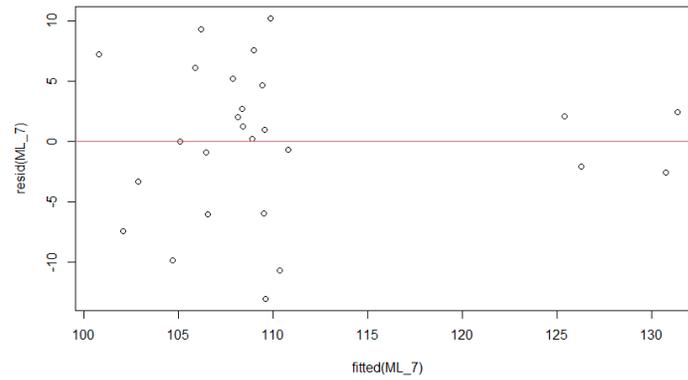
F-statistic: 20.76 on 2 and 23 DF, p-value: 7.049e-06

Ecuación:

$$V_{85} = 6.380292 - 0.19827 \Delta + 1.167379 \text{ Lim. Vel.}$$

```
> plot(fitted(ML_7),resid(ML_7))
```

```
> abline(h=0, col=2)
```



```
> qqnorm(resid(ML_7))  
> qqline(resid(ML_7),col=2)
```

