



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION  
PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO-  
MACHALA

CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA  
FUSION PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL  
GUABO- MACHALA

CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION PARA EL  
CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO- MACHALA

CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO  
INGENIERO CIVIL

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA  
28 de febrero de 2020

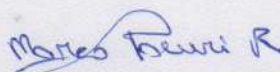
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO-MACHALA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER  
0702019738  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

TACURI RIVAS MARCO ANTONIO  
0702217944  
ESPECIALISTA 2

---

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL  
0703092874  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: viernes 28 de febrero de 2020 - 13:15

# PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO- MACHALA

*por* Cristhian Eduardo Cabrera Torres

---

**Fecha de entrega:** 10-feb-2020 04:53p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1255023678

**Nombre del archivo:** ON\_PARA\_EL\_CONTROL\_DE\_VELOCIDAD\_DE\_LA\_V\_A\_EL\_GUABO-\_MACHALA.docx  
(25.75K)

**Total de palabras:** 4604

**Total de caracteres:** 22604

# PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO- MACHALA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://reformaleydetrafico.com">reformaleydetrafico.com</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://sjnavarro.files.wordpress.com">sjnavarro.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.dgt.es">www.dgt.es</a> Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
6	<a href="http://repositorio.uax.es">repositorio.uax.es</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://elfaro.net">elfaro.net</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://www.intermedicina.com">www.intermedicina.com</a> Fuente de Internet	<1%



## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL RADAR MESTA FUSION PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE LA VÍA EL GUABO- MACHALA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

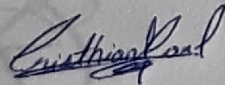
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de febrero de 2020



CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO  
0705431450

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por iluminarme con sabiduría y paciencia cada día de este largo camino que recorrí para poder concluir con un logro más en esta vida, a mis padres agradecerles infinitamente por su apoyo incondicional, sobre todo en aquellos malos días en donde más les necesité, a mis amigos y todos quienes compartieron momentos dentro de esta vida universitaria.

**AUTOR:**

**CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mis familiares quienes confiaron en mí, a mis hermanas, amigos y de aquellos que desde el cielo supieron acompañarme y guiarme por el buen camino y a cada uno de los docentes por haber aportado con su conocimiento y experiencia en cada clase brindada, a las autoridades y empleados que de alguna manera u otra formaron parte de este camino, no queda más que agradecerles infinitamente.

**AUTOR:**

CABRERA TORRES CRISTHIAN EDUARDO

## RESUMEN

El presente trabajo práctico tiene como fin analizar los límites de velocidad de la vía El Guabo – Machala, la cual es una vía de primer orden utilizada por vehículos de carga pesada, transporte interprovincial y demás vehículos de uso particular, que circulan a diario por esta arteria vial que conecta a ambos cantones y demás provincias con la frontera sur que nos une con el vecino país del Perú.

Para realizar este trabajo, se procedió a un aforo de velocidades, y para lo cual se dividió la vía en tres tramos con un aforo de 100 vehículos en cada uno, cada tramo tiene una longitud de 100m, además se identificó la existencia de los límites de velocidad permisibles dentro de los tramos escogidos del trayecto que une el cantón Machala y cantón El Guabo.

Con los datos obtenidos de las velocidades promedio, realizamos una comparación con los límites de velocidad de cada tramo establecidos, y procedemos a plantear conclusiones y recomendaciones, entre ellas la propuesta de implementación de un radar francés de última tecnología.

Con el crecimiento poblacional y la modernización de los vehículos, hace que la movilidad y las velocidades de circulación aumenten, por lo que podría existir un aumento de accidentes de tránsito, en otros países como Francia hoy en día se crean dispositivos para la seguridad vial, uno de ellos es el radar MESTA FUSION creado por la firma francesa de IDEMIA, que ha sido denominado como el terror de las vías en Francia.

**Palabras claves:** Tránsito, Aforos de velocidad, Señales de tránsito, Accidentes, Radares

## ABSTRACT

This practical work aims to analyze the speed limits of the El Guabo- Machala road, which is a first-order road used by heavy-duty vehicles, interprovincial transport and other vehicles for private use, which circulate daily on this road artery that connects both cantons and the other provinces with the southern border that joins us with the neighboring country of Peru.

To carry out this work, we proceeded to a speed capacity, and for which the road was divided into three sections with a capacity of 100 vehicles in each, each section has a length of 100m, in addition the existence of the limits was identified of permissible speed within the selected sections of the route that joins the Machala canton and the El Guabo canton.

With the data obtained from the average speeds, we make a comparison with the speed limits of each section established, and we proceed to propose conclusions and recommendations, including the proposal for the implementation of a French radar of the latest technology.

With population growth and modernization of vehicles, mobility and traffic speeds increase, so there could be an increase in traffic accidents, in other countries such as France today road safety devices are created, one of them is the MESTA FUSION radar created by the French firm of IDEMIA, which has been called the terror of the tracks in France.

**Keywords:** Traffic, Speed bumps, Traffic signs, Accidents, radar

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
2. DESARROLLO DEL TEXTO.....	5
2.1. DEFINICIONES.....	5
2.1.1. VELOCIDAD .....	5
2.1.2. TRAMOS DE MEDICIÓN .....	5
2.1.3. SEÑALES DE TRANSITO.....	5
2.1.4. REDUCTORES DE VELOCIDAD.....	5
2.2. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	6
2.2.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	6
2.2.2. TRABAJO DE CAMPO REALIZADO.....	7
2.2.3. HORA .....	7



2.2.4.	AFOROS VEHICULARES.....	7
2.3.	ANÁLISIS DEL PRIMER TRAMO CON MÁXIMA VELOCIDAD DE 50 KM/H.	8
2.3.1.	RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS EN CAMPO .....	9
2.3.2.	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL O VELOCIDAD MEDIA DE PUNTO $v_t$ 13	
2.3.3.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S).....	14
2.3.4.	USO DE LOS PERCENTILES.....	15
2.3.5.	CÁLCULO DE LA DENSIDAD VEHICULAR (K).....	16
2.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	20
2.5.	PROPUESTA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	20
2.5.1.	JUSTIFICACION DE LA PROPUESTA .....	21
3.	CONCLUSIONES .....	23
4.	BIBLIOGRAFÍA .....	24
5.	ANEXOS .....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos obtenidos de campo.....	8
<b>Tabla 2</b> Número de intervalos por tamaño de clase .....	9
<b>Tabla 3</b> Resumen de datos del primer Tramo Estudiado.....	11
Tabla 4: Niveles de confiabilidad .....	15
Tabla 5: Resumen de densidades vehiculares .....	17
Tabla 6: Distancia de seguridad vehiculares .....	17
Tabla 7: Resumen de densidades vehiculares .....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura № 1: Estudio de la Vía Machala – El Guabo .....	3
Figura № 2: Ubicación de los tramos en la vía El Guabo - Machala .....	6
Figura № 3: Ubicación del primer tramo N: 9637376.23 m S E: 622617.28 m E .....	8
Figura № 4: Histograma de velocidades puntuales del primer tramo de velocidad máxima 50 km/h.....	12
Figura № 5: Polígono de frecuencias del primer tramo de la vía El Guabo - Machala	12
Figura № 6: Curva de frecuencia observada y acumulada de las velocidades de punto .....	13
Figura № 7: Distribución normal – niveles de confiabilidad.....	14
Figura № 8: Percentiles obtenidos para el primer tramo.....	15
Figura № 9: Distancia de seguridad y vehículos en vía .....	17
Figura № 10: Distancia de seguridad y vehículos en vía .....	19
Figura № 11: Radar Mesta Fusion en vías [16] .....	21
Figura № 12: Radar Mesta Fusion [16].....	22

## 1. INTRODUCCIÓN

La organización mundial de la salud (OMS), mediante sus bases de información indica que cada año a causa de accidentes de tránsito se pierden alrededor de 1.3 millones de vidas humanas, y en otros casos donde quedan heridos, las personas que sobreviven quedan con alguna discapacidad física [1].

En la asamblea del año 2010 de la ONU, se proclamó la década de toma de acciones con el fin de promover la seguridad vial desde el año 2011 hasta el 2020, con la finalidad de reducir el porcentaje anual de mortalidad por efectos de accidentes de tránsito, mediante la implementación de la seguridad vial, la construcción de vehículos más seguros, y la respuesta inmediata de los servicios de emergencia ante un evento de siniestro vial [2].

Varias investigaciones se enfocan en determinar los factores que influyan en la inseguridad al momento de conducir durante las actividades de trabajo, los cuales permitan obtener datos reales para adoptar medidas de prevención para la reducción de accidentes de tránsito, bajar las tasas de fallecimiento y demás efectos de los siniestros viales. [3].

Cabe recalcar que el aumento de la tecnología como aparatos creados para telefonía, en los últimos años han provocado distracción en los conductores y por ende causado accidentes de tránsito, por lo cual a nivel mundial se han creado campañas sobre el uso de celular al momento de conducir tratando de crear conciencia en los conductores que por unos segundos de responder o realizar una llamada se puede perder la vida.

A nivel de Latinoamérica los accidentes de tránsito son una de las fuentes principales para la tasa de mortalidad, lo que provoca que esto sea un caso de interés para la salud pública y de tal manera que es prioridad crear conciencia a todos quienes forman parte del tránsito vehicular como conductores y peatones [4].

La conducción es un conjunto de actividades que se realizan al momento de estar a cargo de un vehículo, están previstas de ajustes y maniobras que se cumplen para poder llegar al destino y de evitar situaciones peligrosas [5].

En las provincias de Ecuador se ha implementado campañas sobre seguridad vial, a través de los organismos provinciales reguladores del tránsito, con el fin de aplicar las leyes y decretos realizados por el gobierno nacional con el fin de reducir los índices de accidentes de tránsito. [6].



Son escasas las fuentes de información sobre los accidentes de tránsito, pero las provincias con mayores índices de letalidad por cada 100 siniestros, son las provincias de Orellana (38,6) en la Amazonia, Latacunga (7,8) en la Sierra y en la región costera la provincia de Santo Domingo con un (8,6) [7].

En la provincia de El Oro, la vía que une los cantones El Guabo- Machala, desde su construcción ha sido vital para el desarrollo de la economía tanto del país como la de todo el sector sur de la provincia, debido a que esta vía conecta con el sector norte y sur del país, por lo cual es muy transitada.

Al transcurrir del tiempo, se ha incrementado la población cerca de la vía lo que ha provocado la elevación del índice de atropellos y que los accidentes más frecuentes han sido por rebasamiento, y pérdida de pista debido a la alta velocidad.

Las señales de tránsito ayudan a que el movimiento vehicular dentro de una vía sea ordenado y seguro, uno de los límites más encontrados son el de 50 km/h, en la vía El Guabo-Machala se encuentra una de las mismas a la altura de la parroquia el cambio, lo que se analizara para observar si los conductores respetan este límite que por ser una zona urbana debe existir un control para reducir los accidentes. [8].

Por la frecuencia de accidentes que se han producido a lo largo de esta vía, es de interés realizar un análisis de las velocidades con las que transitan los conductores, referentes a las establecidas en ciertos tramos de la vía, desde la parroquia la Iberia del cantón Machala hasta la parroquia El Cambio, se procedió a realizar el análisis en 2 tramos donde existe una señal de límite máximo de 50 km/h y en el otro tramo una señal límite de 90 km/h cerca de un radar de la agencia Nacional de tránsito y en el tramo desde la parroquia La Iberia hasta el sector de Tíllales, se realizó en un tramo cerca del sector las Malvinas donde últimamente han ocurrido accidentes y atropellos, además que en el lugar se cuenta con una señal de velocidad máxima de 90 km/h y cerca un radar de control de la Agencia Nacional de tránsito.

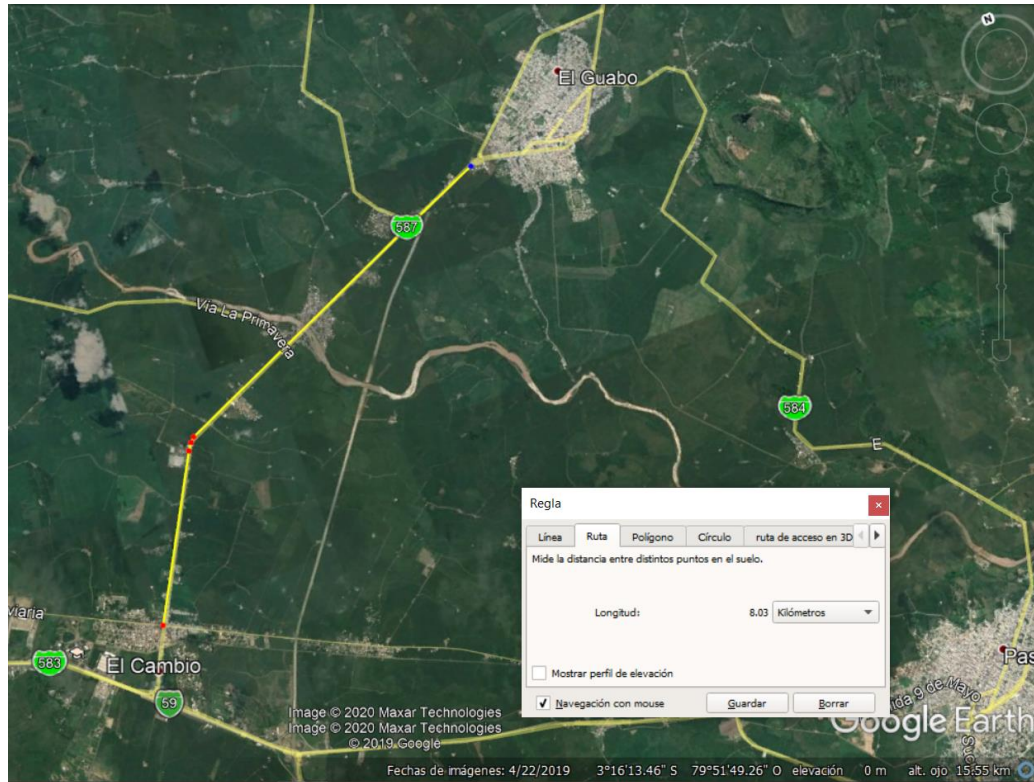


Figura Nº 1: Estudio de la Vía Machala – El Guabo  
Fuente: El Autor 2020

## 1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Considerando que la vía El Guabo – Machala, a pesar de la apertura hace algunos meses de una nueva vía paralela desde el sector de Tíllales, con el fin de mejorar la fluidez vehicular que se registra a diario, minimizando los tiempos de comunicación entre cantones y la parte sur del país, no deja de ser una vía importante y con bastante tráfico al día, por sus excelentes condiciones físicas y además de que minimiza los tiempos de llegada a ciertos puntos importantes de la ciudad de Machala y viceversa.

Los asentamientos de la población alrededor de la vía, incrementa las posibilidades de que ocurran accidentes de tránsito, debido a que los transeúntes se dirigen hacia sus lugares de trabajo, unidades educativas, etc., a través de la vía principal, debido a las noticias diarias de medios de comunicación sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito, la vía debería ser objeto de estudios para evaluar las velocidades de circulación y de implementar dispositivos para la seguridad vial.

Basados en las estadísticas del año 2019 de la Comisión de Tránsito del Ecuador, la provincia del El Oro tuvo un total de 375 accidentes de tránsito con un total de 51 fallecidos y 324 heridos, de los cuales 91 casos de pérdida de pista, 40 atropellos, y 36 casos de choques frontales, con una tasa de 14 fallecidos por cada 100 accidentes, según datos de la comisión de tránsito la velocidad es la segunda causa para ocasionar accidentes de tránsito con un 16%, y sumado a la imprudencia al momento de conducir que abarca el primer lugar con un 50%.

El cantón de El Guabo en sus vías ha tenido un total de 120 accidentes de tránsito, de los cuales la mayoría se han producido en las vías estatales, que son las que lo unen al cantón Machala y con la provincia del Guayas, con un saldo de 17 fallecidos y un total de 86 heridos, lo cual crea una incertidumbre sobre las velocidades de circulación referentes a los límites de velocidad establecidos en la vía, y de encontrar exceso de velocidad en los tramos escogidos para el estudio, proponer una solución como el de un radar para mejorar la seguridad vial.

Los radares de velocidad localizados en diferentes tramos de la vía, están sin su sistema de cámara para la respectiva sanción a quienes circulen a exceso de velocidad, estos radares solo cuentan con los lectores de velocidad, por lo cual los conductores se aprovechan de la situación y circulan sobrepasando los límites de velocidad y realizando maniobras indebidas.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Proponer la implementación de un moderno dispositivo medidor de velocidad mediante un análisis estadístico basado en aforos de velocidad puntual, con el fin de minimizar los accidentes de tránsito en tres tramos diferentes de la vía El Guabo-Machala.

## **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar los aforos de velocidad puntual en los tramos escogidos para determinar velocidades promedio de circulación.
- Determinar las velocidades máximas y mínimas, para comparar con los límites de velocidad establecidos que se encuentran en cada tramo.
- Proponer la solución de un moderno dispositivo medidor de velocidad, que mejore el problema del exceso de velocidad en lugares poblados de la vía.

## **2. DESARROLLO DEL TEXTO**

### **2.1. DEFINICIONES**

#### **2.1.1. VELOCIDAD**

La velocidad es la relación entre la distancia recorrida y tiempo efectuado para realizarlo, se expresa en km/h, en la velocidad están incluidos varios factores como el tipo de vehículo, factores climáticos, condiciones de la vía y maniobras del conductor [9].

La velocidad es un factor involucrado dentro de la ocurrencia de muchos accidentes de tránsito por esta razón es objeto de estudio en vías donde es frecuente estas circunstancias que no brindan la seguridad vial para los usuarios que transitan por la vía.

#### **2.1.2. TRAMOS DE MEDICIÓN**

Los tramos de medición deben cumplir con varios aspectos para poder ser tomados en cuenta, algunos de estos son: a) ser calles urbanas, b) no tener intersección ni semáforo, c) pendientes longitudinales menor al 5%, d) permitir la fluidez vehicular y e) no tener características que aumentan o reduzcan la velocidad [10].

#### **2.1.3. SEÑALES DE TRANSITO**

Las señales de tránsito ayudan a que el movimiento vehicular dentro de una vía sea ordenado y seguro, permiten la fluidez tanto para los vehículos y peatones, por lo que cada señal cumple una función específica, hay señales de prohibiciones, alertas, puntos de interés y de regulación de velocidades, las señales al momento de ser observadas en las vías deben ser respetadas por todos los usuarios, para evitar que ocurran accidentes y sobre todo garanticen la seguridad vial.

#### **2.1.4. REDUCTORES DE VELOCIDAD**

Son elementos que se implementan en puntos específicos de las vías, donde ocurran situaciones peligrosas para los usuarios, lo cual es de importancia el uso de estos para mejorar la seguridad vial [11].

Aunque su colocación en las vías sean alternativas favorables, resultan contraproducentes ya que disminuye la capacidad de la vía, aumenta el tiempo de recorrido lo cual es



aprovechado por personas que se dedican al vandalismo, además de un gasto excesivo de combustible y de mayor contaminación para el ambiente [12].

## 2.2. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 2.2.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se realizó en tres tramos diferentes con una longitud de 100m cada uno, correspondientes a la vía EL Guabo – Machala, desde el distribuidor de tráfico ubicado en la parroquia de Tíllales, cantón El Guabo, hasta la parroquia El cambio, de la ciudad de Machala, los tramos se escogieron priorizando, que en el lugar se encuentre una señal vertical, que indique la velocidad máxima para transitar por el lugar, y donde podamos evaluar si estas señales son idóneas y respetadas por el tránsito que circula por el sector.

La vía El Guabo – Machala se encuentra en perfecto estado para la circulación vehicular, consta de dos carriles, una carpeta asfáltica en excelente estado, con correcta señalización horizontal y vertical, esta vía es aún principal para la conectividad entre las provincias del norte con las del sur del país, pese a que se apertura una nueva vía desde Tíllales, esto no ha sido motivo para disminuir el tránsito por el sector.

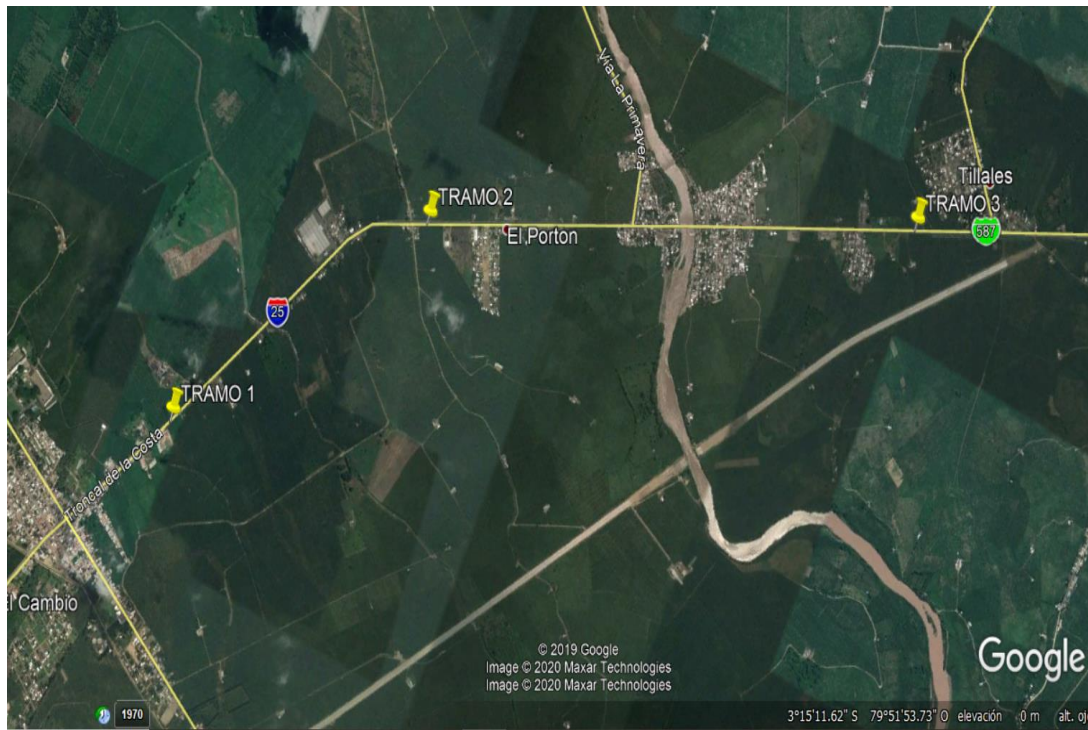


Figura № 2: Ubicación de los tramos en la vía El Guabo - Machala  
Fuente: El Autor 2020

### **2.2.2. TRABAJO DE CAMPO REALIZADO**

Para la realización de los aforos en la vía se necesitó de dos personas, una persona se ubicó al inicio del tramo de los 100m, de una manera de la cual no llame la atención del conductor, la otra persona se ubicó al final de los 100m, el cual tomaba el tiempo con un cronómetro digital y realizaba los apuntes de los tiempos de los vehículos.

Para los estudios de velocidad no es de gran necesidad clasificar los automotores, se tomó el tiempo efectuado para transitar dentro de los 100m a automotores livianos y pesados como los buses intercantonales y camiones que transitan a diario por esta vía.

El proceso consistía en que la persona ubicada al inicio del tramo de los 100m, al momento de cruzar el vehículo por tal punto, realizar una señal de levantar el brazo para poder indicar a la otra persona de que realice el inicio de conteo de tiempo para ese vehículo, y la otra persona debe esperar hasta que el vehículo pase por él y parar el cronómetro, por lo cual debía tomar nota del tiempo realizado para ese vehículo.

### **2.2.3. HORA**

Los aforos para velocidad puntual se los realizo en dos horarios, uno en la mañana desde las 09:00 am hasta las 11:00 am, y en la tarde desde las 15:00 pm hasta las 17:00 pm, se realizó el conteo de 50 vehículos por cada turno en la mañana y tarde.

Este proceso se realizó para 50 vehículos dentro del horario que se estableció, tanto en la mañana como en la tarde, por lo que en esos horarios el tránsito por el sector es fluido lo cual beneficia para realizar el estudio, se realizó para 25 vehículos por cada carril, en total por cada tramo se realizó para 100 vehículos.

### **2.2.4. AFOROS VEHICULARES**

En cada tramo de la vía que se escogió para realizar los aforos de velocidad, en cada tramo se estimó los tiempos de 100 vehículos a través de un cronómetro digital, tiempo en el cual el vehículo hacia el recorrido de los 100m, los datos obtenidos se los llevó a una hoja de cálculo en Excel para realizar las diversas operaciones, basadas en el proceso teórico planteados del libro de Ingeniería de Tránsito Capítulo 9, los cuales se describirán a continuación cada paso para la obtención de datos estadísticos.



Figura No 3: Ubicación del primer tramo N: 9637376.23 m S E: 622617.28 m E  
Fuente: El Autor 2020

### 2.3. ANÁLISIS DEL PRIMER TRAMO CON MÁXIMA VELOCIDAD DE 50 KM/H

Primeramente, se pasaron los tiempos de cada vehículo en la hoja de cálculo de Excel para proceder a sacar las velocidades de cada uno en KPH.

**Tabla 1.** Datos obtenidos de campo

100 Distancia en metros				1000 metros				3600 segundos			
No.	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (KPH)	No.	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (KPH)	No.	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (KPH)
51	4,32	23,15	83	76	4,06	24,63	89				
52	4,20	23,81	86	77	4,40	22,73	82				
53	5,90	16,95	61	78	5,12	19,53	70				
54	5,96	16,78	60	79	4,40	22,73	82				
55	4,78	20,92	75	80	5,70	17,54	63				
56	4,00	25,00	90	81	4,26	23,47	85				
57	3,99	25,06	90	82	4,19	23,87	86				
58	4,67	21,41	77	83	7,67	13,04	47				
59	3,41	29,53	106	84	3,81	26,25	94				
60	4,85	20,62	74	85	3,73	26,81	97				
61	5,18	19,51	69	86	3,56	28,09	101				
62	4,78	20,92	75	87	5,12	19,53	70				
63	4,41	22,68	82	88	4,93	20,28	73				
64	5,11	19,57	70	89	4,19	23,87	86				
65	4,77	20,96	75	90	4,58	21,83	79				
66	4,25	23,53	85	91	6,49	15,41	55				
67	4,20	23,81	86	92	3,80	26,32	95				
68	3,62	27,62	99	93	4,12	24,27	87				
69	4,59	21,79	78	94	5,05	19,80	71				
70	3,15	31,75	114	95	3,15	31,75	114				
71	4,97	20,12	72	96	4,26	23,47	85				
72	4,85	20,62	74	97	4,33	23,09	83				
73	4,80	20,83	75	98	6,24	16,03	58				
74	4,71	21,23	76	99	4,33	23,09	83				
75	3,48	28,74	103	100	5,17	19,34	70				

Fuente: El Autor

### 2.3.1. RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

- Tamaño de la muestra: 100 vehículos
- Velocidad máxima calculada: 114 km/h
- Velocidad mínima calculada: 47 km/h

Para continuar con las operaciones necesitamos establecer el número de intervalos de velocidad, los cuales se establecieron de la siguiente tabla:

**Tabla 2** Número de intervalos por tamaño de clase

Tamaño de la muestra (n)	Tamaño de intervalos(N)
50 - 100	7 - 8
100 - 1000	10 - 11
1000 - 10000	14 - 15
10000 - 100000	17 - 18
Mayor de 100000	$1/3,3\log_{10}(n)$

Fuente: [13]

Para el trabajo tenemos datos de n= 100 vehículos por lo cual el número de intervalos escogido es de (N)=8.

A continuación, se calcula intervalo de clase:

$$\text{Ancho de intervalo de clase} = \frac{\text{Amplitud total}}{n}$$

**Amplitud total:** Es la resta de la velocidad máxima y mínima obtenida del cuadro de datos [13].

$$\text{Ancho de intervalo de clase} = \frac{114 - 47}{8} = 8,37 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 9 \text{ km/h}$$

Para los cálculos en Excel se ha dividido las operaciones en columnas las cuales se describe el proceso de cada una a continuación:

### **Columna 1: Intervalo de clase**

- Los intervalos de clase, se crean de la siguiente manera, se toma la velocidad mínima que es 47 km/h, a este valor le restamos la mitad del ancho del intervalo de clase:  $47 - 9/2 = 42,5$  y a la vez también se le suma  $47+9/2=51,5$ , de esta manera obtenemos nuestro primer intervalo (42,5 – 51,5).
- Para los demás intervalos se toma el valor del último intervalo y se le va sumando el ancho del intervalo de clase, por ejemplo:  $51,5+9= 60,5$  por lo cual el intervalo sería (51,5 – 60,5).

### **Columna 2: Marca de clase**

Se conoce también como el punto medio de cada grupo de intervalo de clase:

$$vi = \frac{42,5 + 51,5}{2} = 47 \text{ km/h}$$

### **Columna 3: Frecuencia Observada Absoluta(fi)**

Cantidad de vehículos que se encuentran dentro del grupo de velocidad de cada intervalo de clase, por ejemplo, en el intervalo (42,5-51,5) solamente se encuentra 1 vehículo dentro de ese rango de velocidad [13].

### **Columna 4: Frecuencia Observada Relativa**

Es la representación en porcentajes de las frecuencias observadas (fi) sobre el total del número de frecuencias obtenidas y se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{fi}{n} * 100$$

### **Columna 5: Frecuencia Acumulada absoluta y relativa**

La frecuencia absoluta es la sumatoria de las frecuencias observadas absolutas [13], por ejemplo, para el tercer intervalo (60,5 – 69,5), la frecuencia acumulada absoluta sería: =  $1+10+13 =24$ , indica que 24 vehículos transitan a menos de 69,5 km/h.

$$F \text{ y } \frac{F}{n} * 100$$

La frecuencia acumulada relativa es la división de frecuencia acumulada el número de vehículos total que en este caso son 100 vehículos.

$$\text{Frecuencia absoluta relativa} = \frac{F}{n} * 100$$

Por ejemplo, en el mismo intervalo de clase anterior (60,5 – 69,5) la frecuencia absoluta relativa sería:

$$\text{Frecuencia absoluta relativa} = \frac{24}{100} * 100 = 24\%$$

Entonces el 24 % de los vehículos que transitaron por el lugar iban a menos de 69,5 km/h.

**Tabla 3** Resumen de datos del primer Tramo Estudiado

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5		Columna 6	Columna 7	Columna 8
Intervalo de Clase	Marca de clase	Frecuencia Observada		Frecuencia acumulada			COL 2 *	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	COL2^2	COL 3	COL3* COL6
li Ls	vi	fi	(fi/n)*100%	F	(F/n)*100%	vi^2	fivi	fi*vi^2
42,44 51,44	46,94	1,00	0,01	1,00	0,01	2.203	46,94	2.203
51,44 60,44	55,94	13,00	0,13	14,00	0,14	3.129	727,17	40.675
60,44 69,44	64,94	10,00	0,10	24,00	0,24	4.217	649,36	42.167
69,44 78,44	73,94	34,00	0,34	58,00	0,58	5.467	2513,83	185.863
78,44 87,44	82,94	21,00	0,21	79,00	0,79	6.878	1741,66	144.446
87,44 96,44	91,94	11,00	0,11	90,00	0,90	8.452	1011,30	92.975
96,44 105,44	100,94	7,00	0,07	97,00	0,97	10.188	706,55	71.317
105,44 114,44	109,00	3,00	0,03	100,00	1,00	11.881	327,00	35.643
		<b>100,00</b>	<b>1,00</b>				<b>7723,80</b>	615.289

A continuación, se describe de manera la gráfica las velocidades de punto

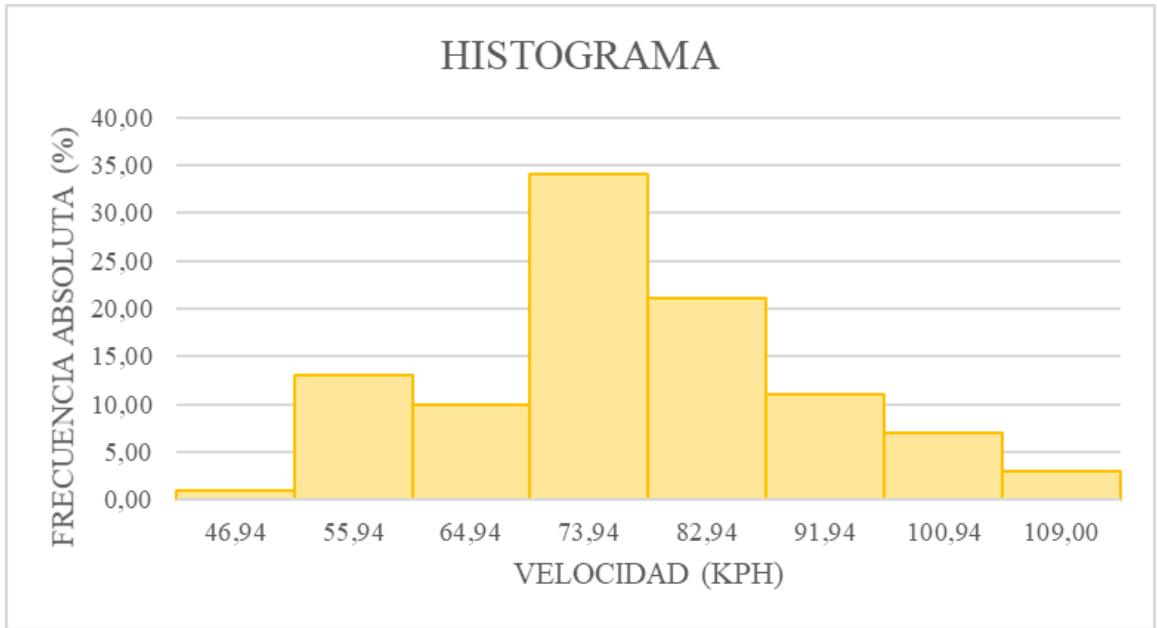


Figura Nº 4: Histograma de velocidades puntuales del primer tramo de velocidad máxima 50 km/h.  
Fuente: El Autor 2020

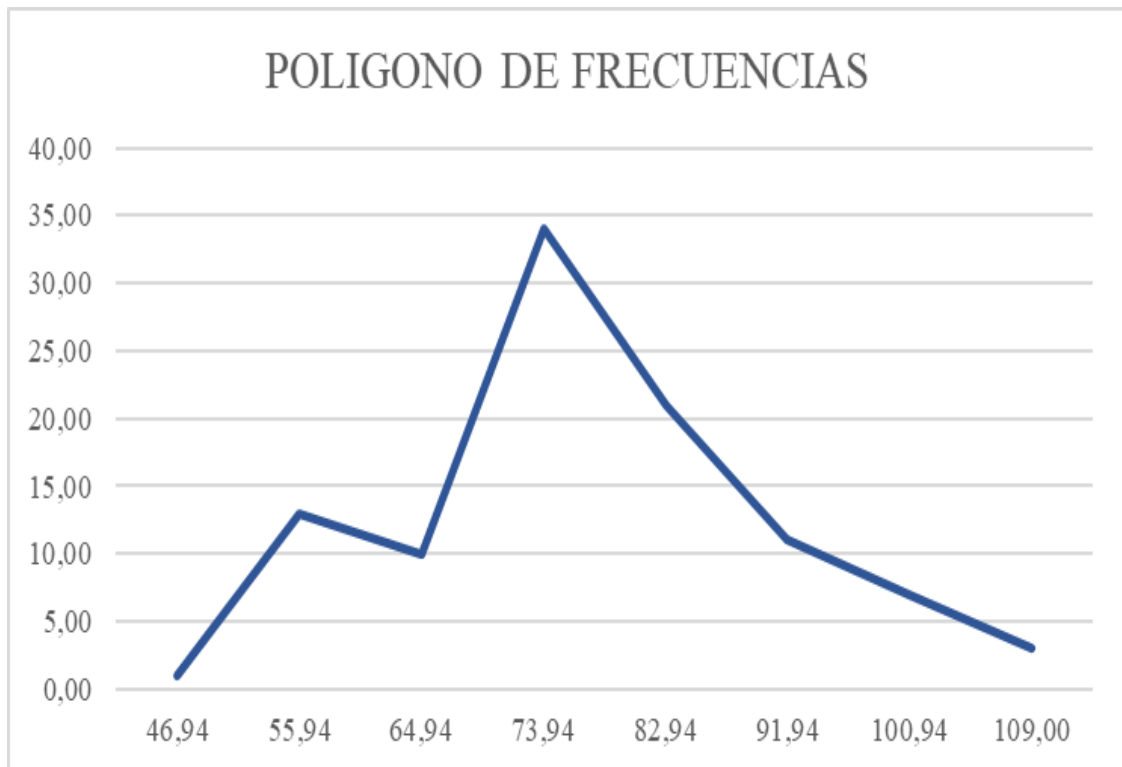


Figura Nº 5: Polígono de frecuencias del primer tramo de la vía El Guabo - Machala  
Fuente: El Autor 2020



### 2.3.2. VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL O VELOCIDAD MEDIA DE PUNTO $v_t$

Para obtener la velocidad media temporal se hace una división entre la sumatoria de todos los valores de la columna 7 y el número de vehículos totales del aforo del tramo.

$$\text{Velocidad media temporal} = \frac{\Sigma(\text{columna 7})}{n} = \frac{7723,80}{100} = 77,24 \text{ km/h}$$

Esta velocidad podría definirse como la velocidad anhelada para cualquier vehículo, en el lugar donde fue realizado el estudio.

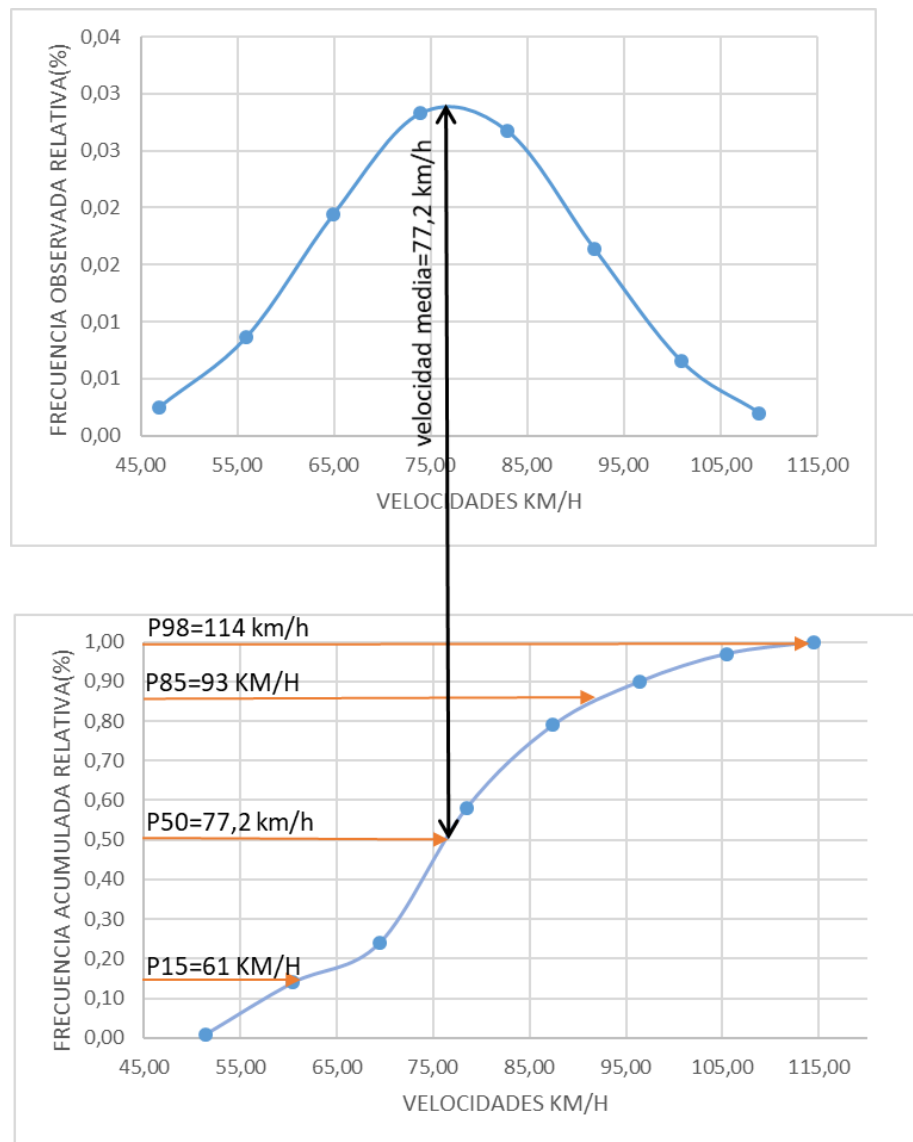


Figura № 6: Curva de frecuencia observada y acumulada de las velocidades de punto  
Fuente: El Autor 2020

### 2.3.3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)

Es una medida estadística que representa la dispersión de las velocidades debido a que no todos los vehículos circulan a la misma velocidad, a la desviación estándar se la representa por la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{columna 8}) - \frac{(\Sigma\text{columna 7})^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = 14 \text{ km/h}$$

Para el tramo estudiado la medida estándar obtenida es de 14 km/h.

El nivel de confiabilidad se obtiene asumiendo que la forma que siguen los datos es de una desviación estándar, como lo indica la siguiente figura.

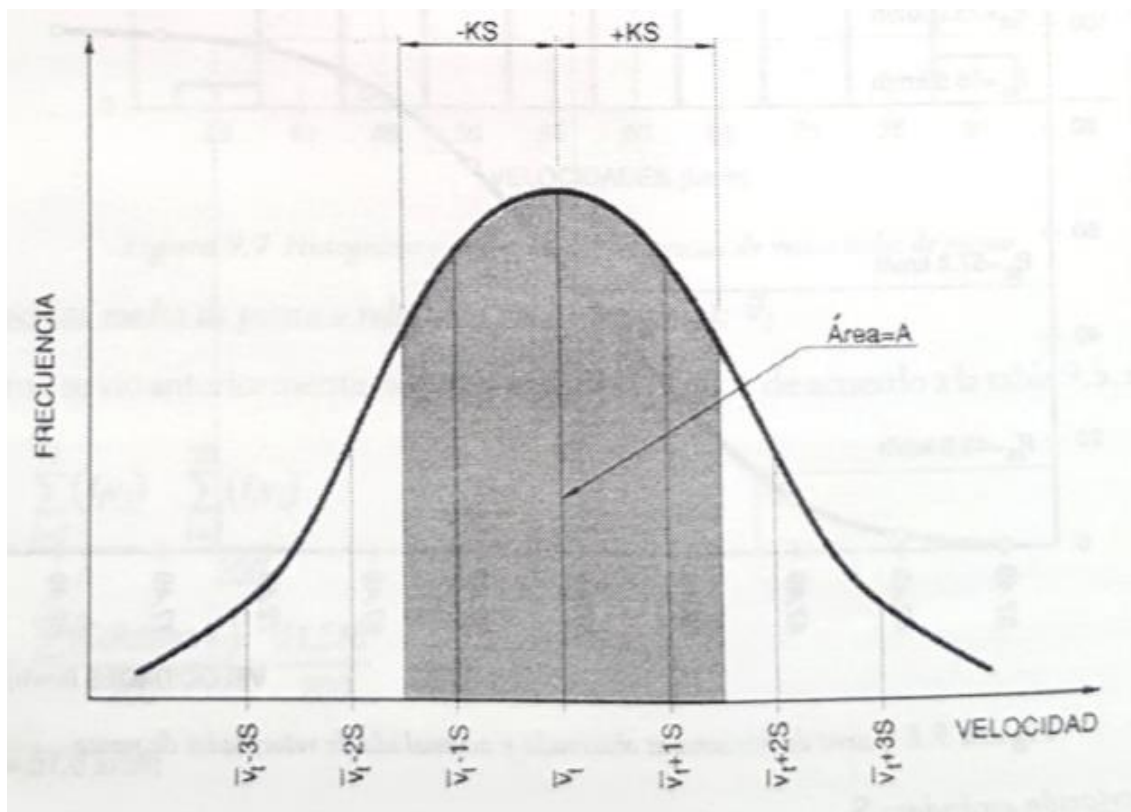


Figura № 7: Distribución normal – niveles de confiabilidad  
Fuente: [13]

En general **A** es el área entre  $(V_t - KS)$  y  $(V_t + KS)$

**K**= número de desviaciones estándar según el nivel de confiabilidad deseado.

**A**= área bajo la curva normal o de confiabilidad.

Otros valores de las constantes K de nivel de confiabilidad se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Niveles de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad(%)
1.00	68.3
1.50	89.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Fuente: [13]

Con el cálculo de la desviación estándar y adoptando la constante K de 1, podríamos decir que el 68.3%, de todas las velocidades están en un intervalo  $77,2 \text{ km/h} + 14 \text{ km/h}$ , es decir entre  $(63,2 \text{ km/h} - 91,2 \text{ km/h})$ .

### 2.3.4. USO DE LOS PERCENTILES

La velocidad determinada mediante el percentil 50 es casi igual a la velocidad media calculada, por tal razón esta velocidad es la ideal para el flujo vehicular, el percentil 85 es límite de velocidad máxima para ese tramo, percentil 15 es el límite inferior de la velocidad media del tramo, y la velocidad del percentil 98 es empleada para el diseño de la vía.

Percentil 15	Percentil 50	Percentil 85	Percentil 98
km/h	km/h	km/h	km/h
PERCEN.E XC	PERCEN.E XC	PERCEN.EXC (B3:E27,0.85)	PERCEN.E XC
61	76	93	114

Figura № 8: Percentiles obtenidos para el primer tramo  
Fuente: El Autor 2020

### 2.3.5. CÁLCULO DE LA DENSIDAD VEHICULAR (K)

La densidad vehicular es la estimación del número de vehículos que ocuparían en un determinado tiempo una referida longitud, se la expresa como (veh/km), se determina de la siguiente forma:

$$k = \frac{N}{v_t}$$

**N**= Tránsito promedio sobre hora de vehículos de la vía (Veh/H).

$v_t$  = velocidad promedio de circulación (km/H).

El tránsito mayor obtenido en la vía El Guabo – Machala, es de 534 vehículos durante la hora de 12:00 -13:00 vehículos [14], con este dato procedemos a calcular la densidad vehicular recordando que la velocidad promedio del primer tramo es de 77,24km/h.

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{534 \text{ Veh/H}}{77,24 \text{ Km/H}} = \mathbf{6,913 \text{ Veh/Km}}$$

Finalmente se obtiene la densidad vehicular con un valor de 5,402 Veh/h.

Analizando con la velocidad mínima que establece el percentil 15 la densidad vehicular sería la siguiente:

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{534 \text{ Veh/H}}{61 \text{ Km/H}} = \mathbf{8,75 \text{ Veh/Km}}$$

La densidad estimada con el percentil 85 cuya velocidad máxima calculada es 93 km/h sería de:

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{534 \text{ Veh/H}}{93 \text{ Km/H}} = \mathbf{5,74 \text{ Veh/Km}}$$

En el caso de la densidad vehicular con la velocidad límite establecida en el tramo 1 de 50 km/h es:

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{534 \text{ Veh/H}}{50 \text{ Km/H}} = \mathbf{10,68 \text{ Veh/Km}}$$

Resumen de densidades para el primer Tramo de limite 50km/h.

Tabla 5: Resumen de densidades vehiculares

Tipo de Velocidad	Densidad Vehicular(Veh/km)
Velocidad limite establecido en via 50 km/h	10,68 veh/km
Velocidad minima calculada 61 km/h	8,75 veh/km
Velocidad promedio calculada 77,24 km/h	6,913 veh/km
Velocidad maxima calculada 93 km/h	5,74 veh/km

Fuente: El Autor 2020

Al momento de circular a una velocidad en una vía, el conductor debe mantener una distancia referente al vehículo que se encuentra delante de él, esta distancia nos permite realizar maniobras ante algún suceso imprevisto que pueda causar accidentes de tránsito, se la conoce como distancia de seguridad, a continuación, se resumen las distancias para la circulación vehicular:

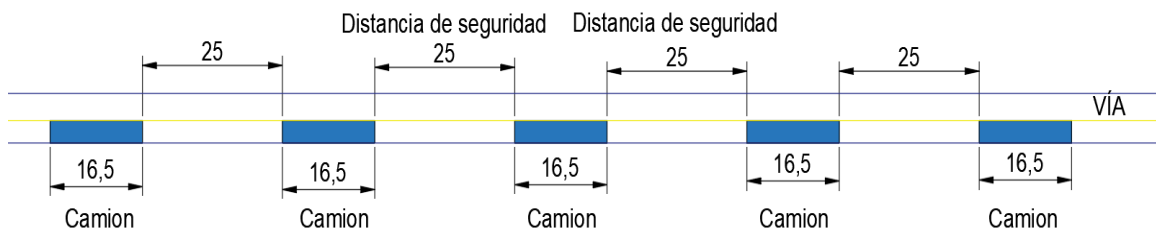
Tabla 6: Distancia de seguridad vehiculares

Velocidad de 50 km/h: Distancia de Seguridad = 25 metros.
Velocidad de 90 km/h: Distancia de Seguridad = 81 metros.
Velocidad de 100 km/h: Distancia de Seguridad = 100 metros.
Velocidad de 120 km/h: Distancia de Seguridad = 144 metros.

Fuente: Fundación CEA [15]

Para el primer tramo con velocidad límite establecida de 50km/h, cuya densidad es de 11 veh/km, adoptando la separación mínima de 25m entre vehículos al circular a tal velocidad, se puede adoptar el caso de que esto suceda con vehículos de carga pesada con una longitud de 16,5 metros cada uno, pueda ocurrir lo siguiente:

Figura Nº 9: Distancia de seguridad y vehículos en vía



Fuente: EL AUTOR 2020

En total los 11 camiones ocuparían una distancia de  $(11 \times 16.5\text{m}) = 181.5\text{m}$ , y las distancias de seguridad sumadas entre los 11 veh/km sería  $(11 \times 25) = 275 \text{ m}$ , si se suma estos dos valores calculados se ocuparía  $(275 + 181.5) = 456.5 \text{ m}$  del km de vía, se puede deducir que con una circulación normal, densidad y distancias de seguridad, se presentaría una fluidez vehicular adecuada, ya quedaría en un futuro realizar un análisis más profundo estableciendo la posibilidad de ocurrencia de un acontecimiento o accidente vehicular, y establecer cuáles serían sus consecuencias que afectarían al tránsito que circule en esos momentos por el sector.

Con el afán de conocer que podría suceder en un futuro se realiza un análisis con una proyección a 20 años de la circulación en este tramo, conociendo datos como el tránsito mayor (TM) en la hora de 12:00 a 13:00 de la vía de (534 veh. mixtos/h), y el factor de proyección a 20 años que en el capítulo 8 del libro de Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones se determina mediante un intervalo de (1.5 – 2.5) [13], del cual asumimos un factor de proyección de 2 y se procede a calcular el tránsito futuro (TF) con la siguiente ecuación.

$$TF = F_p(TM) = 2 \left( 534 \frac{veh}{h} \right) = 1,068 \text{ veh/h}$$

Procedemos a calcular las densidades vehiculares:

**Velocidad promedio calculada:**

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{1,068 \text{ Veh/H}}{77,24 \text{ Km/H}} = 13,83 \text{ Veh/Km}$$

**Velocidad mínima calculada (percentil 15):**

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{1,068 \text{ Veh/H}}{61 \text{ Km/H}} = 17,51 \text{ Veh/Km}$$

**Velocidad máxima calculada (percentil 85):**

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{1,068 \text{ Veh/H}}{93 \text{ Km/H}} = 11,5 \text{ Veh/Km}$$

**En el caso de la densidad vehicular con la velocidad límite establecida en el tramo 1 de 50 km/h es:**

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{1,068 \text{ Veh/H}}{50 \text{ Km/H}} = 21,36 \text{ Veh/Km}$$

Resumen de densidades para el primer Tramo de límite 50 km/h con una proyección a 20 años.

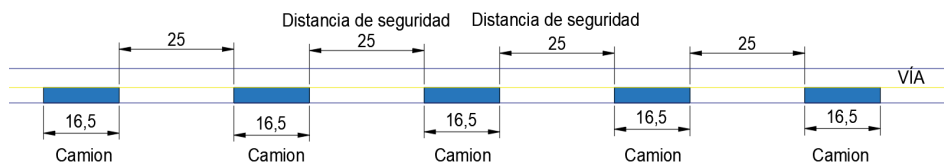
Tabla 7: Resumen de densidades vehiculares

Tipo de Velocidad	Densidad Vehicular(Veh/km)
Velocidad limite establecido en via 50 km/h	21,36 veh/km
Velocidad minima calculada 61 km/h	17,51 veh/km
Velocidad promedio calculada 77,24 km/h	13,83 veh/km
Velocidad maxima calculada 93 km/h	11,5 veh/km

Fuente: El Autor 2020

Se puede determinar que la densidad ahora para el tramo de 50 km/h sería de 22 veh/h, si se analiza como anteriormente se lo hizo, un total los 22 camiones ocuparían una distancia de  $(22 \times 16.5 \text{ m}) = 363 \text{ m}$ , y las distancias de seguridad sumadas entre los 22 veh/km sería  $(22 \times 25) = 550 \text{ m}$ , si se suma estos dos valores calculados se ocuparía  $(550 + 363) = 913 \text{ m}$  del km de vía, se puede deducir que ya existiría cierta congestión vehicular, con análisis más profundos usando datos de crecimiento poblacional y de vehículos se puede a futuro determinar lo que realmente puede suceder con la fluidez vehicular en el sector.

Figura Nº 10: Distancia de seguridad y vehículos en vía



Fuente: EL AUTOR 2020

El radar que se plantea como propuesta en este trabajo, tiene la función de medir las distancias entre vehículos al momento de circular, de no haber algún tipo de obstrucción en



la vía, y la fluidez vehicular sea permanente, las infracciones que pueda detectar el radar serían mínimas o nulas si se respeta las distancias de circulación y los límites de velocidad.

Los análisis de los otros dos tramos de la vía se pueden observar en ANEXOS 1 de este documento.

## **2.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Con el análisis de este tramo se puede observar que los vehículos circulan a una velocidad promedio de 77 km/h, la cual es mayor a los 50 km/h establecidos en la vía, por lo cual se debe tener en cuenta la consideración de ubicar un sistema o dispositivo que controle la velocidad de este tramo de vía.

Para los otros dos tramos utilizamos la misma metodología, en forma de resumen los datos obtenidos de cada uno de ellos se muestran en los anexos de este trabajo. (ANEXO 1).

En estos dos tramos analizados la velocidad promedio no supera los límites de velocidad establecidos, pero cerca de un 20% de vehículos circulan alrededor de los (85 km/h – 120 km/h), debido a que los radares de velocidad están obsoletos en estos tramos de la vía, lo cual los conductores que transitan diariamente conocen esta falencia y por tal motivo circulan a estas velocidades, que en ciertos casos provocan accidentes de tránsito como atropellos en el sector de las Malvinas del cantón El Guabo.

## **2.5. PROPUESTA COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

La propuesta es de implementar un radar de última tecnología creado en el país de Francia, es fabricado por la empresa IDEMIA, Francia es el segundo país a nivel mundial con mayor control de velocidades en sus carreteras, este radar no solo abarca un tipo de infracción, puede detectar cerca que 11 infracciones indebidas al momento de conducir, entre las cuales podemos describir a continuación [16]:

- El no uso del cinturón de seguridad.
- Utilizar el teléfono celular al momento de conducir.
- No respetar la distancia entre vehículos al momento de circular.
- Circular a una velocidad mínima que provoque congestión vehicular.
- Realizar adelantamientos indebidos
- Circular por carriles indebidos o restringidos

- Realizar giros prohibidos hacia la derecha o izquierda
- Saltarse un stop o ceda el paso
- Saltarse un semáforo en rojo

Además, este radar puede controlar hasta 32 vehículos simultáneamente desde un rango de acción de 200m, debido a su eficacia es capaz de diferenciar la velocidad para cada tipo de vehículo, aplicando el límite de velocidad correcto para cada caso, cabe recalcar que su margen de error es solo del 1% [16].

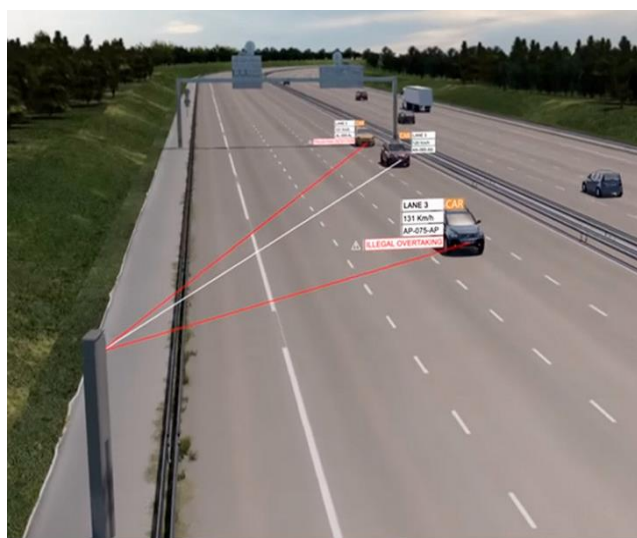


Figura Nº 11: Radar Mesta Fusion en vías [16]

Este radar fue diseñado hace dos años, pero desde el mes de junio del año 2019 ha comenzado a ser instalado en las vías de Francia, se prevé que se instalen cerca de 6000 unidades para este año, pero cabe recalcar que no todos estarán en funcionamiento debido a las leyes de finanzas, por lo que algunos serán utilizados como señuelos para los conductores [16].

### 2.5.1. JUSTIFICACION DE LA PROPUESTA

El uso de un radar medidor de velocidad de última tecnología es una buena opción para controlar los excesos de velocidad, su elección es mejor que la de un dispositivo instalado en la vía como un rompe velocidades o bandas transversales, por lo que en estos sistemas la marcha del vehículo en ciertos casos llega a ser tan mínima, y esto produce un caos vehicular, y en otros en vez de reducir la velocidad, los conductores la aumentan como es

en las bandas transversales ya que se dice que a mayor velocidad los daños en la suspensión de los vehículos es menor.



Figura Nº 12: Radar Mesta Fusion [16]

Estos radares MESTA FUSION a diferencia de los radares ubicados en nuestras vías a nivel nacional, que son tecnología obsoleta de hace más de una década en el continente europeo por su bajo grado de eficacia, el costo de mantenimiento del radar francés es un poco elevado, pero si se trata de innovar y de mejorar la seguridad vial de nuestro país es una buena inversión que se realizaría.

### 3. CONCLUSIONES

- Se realizó los aforos respectivos para cada tramo y mediante los cálculos en el programa Excel y con la metodología basada se obtuvo las siguientes velocidades promedio para cada tramo:

**Tramo 1:** 77,24 km/h

**Tramo2:**73,57 km/h

**Tramo3:**66,76 km/h

- La determinación de los percentiles P15, P50,P85 de cada tramo nos da los valores de velocidades mínima, ideal y máxima de recorrido de los vehículos, por lo cual el límite de velocidad establecido en el primer tramo de 50 km/h no es respetado por los conductores ya que la velocidad calculada para ese tramo fue de 77,24 km/h, lo cual sería ideal implementar un radar como el MESTA FUSION para demostrar la eficacia del mismo en este tramo, en los otros dos tramos las velocidades aún se encuentran dentro del rango de los límites establecidos en la vía, pero igualmente hay un porcentaje del 20% que circula entre el límite establecido y sobre las velocidades moderadas.
- Una solución ideal donde las velocidades son superadas sería la implementación del radar MESTA FUSION, para poder minimizar y controlar el exceso de velocidad en la vía, además de otras funciones que puede realizar este dispositivo, y para los foto radares establecidos en la vía, se debería cambiar esa tecnología obsoleta o de dar el mantenimiento adecuado para que cumplan su función de controlar la velocidad.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. GARCÍA y L. ABREU, «Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles,» *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, vol. 31, nº 1, pp. 54-60, 2016.
- [2] P. VANERIO, J. TROSTCHANSKY, F. MACHADO y G. BARRIOS, «Impacto de la ley uruguaya de seguridad vial en la mortalidad por siniestros de tránsito,» *Rev Méd Urug*, vol. 3, pp. 149-154, 2018.
- [3] F. A. TORRES-SANDOVAL, «Determinación de conductas inseguras en conductores de bus y su relación con accidentes de tránsito. Estudio de caso de una empresa de transporte público en Colombia,» *Revista DYNA*, pp. 263-272, 2017.
- [4] A. F. ALGORA-BUENAFÉ, P. R. SUASNAVAS-BERMÚDEZ, A. R. GÓMEZ-GARCÍA, P. MERINO-SALAZAR y M. RUSSO-PUGA, «Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015\*,» *Rev. Gerenc Polít Salud*, vol. 16, nº 33, pp. 52-58, 2017.
- [5] J. A. SORIA RAMÍREZ, «Reflexiones sobre los accidentes vehiculares durante la jornada laboral y de los aportes de psicología,» *Salud de los Trabajadores*, vol. 25, nº 1, pp. 82-86, 2017.
- [6] B. ZÁRATE, Y. GARCÍA - RAMÍREZ, J. GONZÁLEZ y S. SEGARRA, «Percepción general de la seguridad vial en la ciudad de Loja (Ecuador),» *Revista Cumbres*, vol. 4, nº 1, pp. 09-16, 2017.
- [7] A. GÓMEZ GARCIA, G. LAHUATE ALARCÓN, Y. CAMPOS VILLALTA y P. SUASNAVAS BERMÚDEZ, «ANÁLISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA REGION AMAZÓNICA, ANDINA Y COSTA DEL PACÍFICO ECUATORIANA,» *ALTERNATIVAS*, vol. 19, nº 2, pp. 58-68, 2018.

- [8] M. CALERO FLORES, C. CONLAGO, J. YUNDA , M. ALDÁS y C. FLORES, «IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO PARA LA DETECCIÓN DE SEÑALES DE TRÁNSITO DEL ECUADO: PARE, CEDA EL PASO Y VELOCIDAD,» *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, nº 20, 2018.
- [9] G. LÓPEZ-MALDONADO, A. M. PÉREZ ZURIAGA y F. J. CAMACHO TORREGROSA, «Variables fundamentales del Tráfico: Intensidad, Velocidad y Densidad.,» Valencia- España.
- [10] Y. GARCÍA - RAMÍREZ y L. PALADINES, «Calibración de Modelos de Velocidad de Operación en Calles Urbanas no Semaforizadas: Estudio de Caso,» *Revista Politécnica*, vol. 40, nº 2, 2018.
- [11] F. A. GUÍO-BURGO, «Dispositivos reductores de velocidad vehicular. Hacia el desarrollo de nuevos diseños.,» *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, vol. 18, nº 26, pp. 7-16, 2009.
- [12] M. OLARTE, L. CASANOVA , L. PÉREZ y M. G. VALERO M., «Influencia de los reductores de velocidad en la capacidad y tiempo de recorrido en carreteras de dos canales. Carretera Mérida - El Vigía ( Panamericana),» *Ciencia e Ingeniería* , vol. 37, nº 2, 2016.
- [13] R. C. MAYOR R y J. CARDENAS G, *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y aplicaciones*, MÉXICO: Alfaomega, 2007.
- [14] D. A. SÁNCHEZ GUACHO, «REDUCCIÓN DE LA EMISION DE CO2 MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE ELECTROBUSES EN LA VIA EL GUABO-MACHALA,» MACHALA, 2020.
- [15] R. M. GARCÍA ÁLVAREZ, «CEA Seguridad vial,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.seguridad-vial.net/conduccion/reglas-circulacion/66-distancia-de-seguridad>. [Último acceso: 12 02 2020].

[16] A. OTERO, «Motorpasion.com,» 25 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com/seguridad/radar-definitivo-multa-francia-se-llama-mesta-fusion-detecta-simultaneamente-once-infracciones>. [Último acceso: 07 02 2020].

[17] C. d. T. d. Ecuador, «Comisiontransito.gob.ec,» 13 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.comisiontransito.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/01/Resumen-de-accidentes-de-transito-de-Diciembre-2019.pdf>. [Último acceso: 07 02 2020].



## 5. ANEXOS

### ANEXO 1 ANÁLISIS DE LOS DOS TRAMOS DE LA VÍA EL GUABO - MACHALA

#### ANÁLISIS DEL SEGUNDO TRAMO CON MÁXIMA VELOCIDAD DE 90 KM/H

##### LOCALIZACIÓN DEL TRAMO

Coord. E: 623779.05 m E

Coord. N: 9639025.55 m S

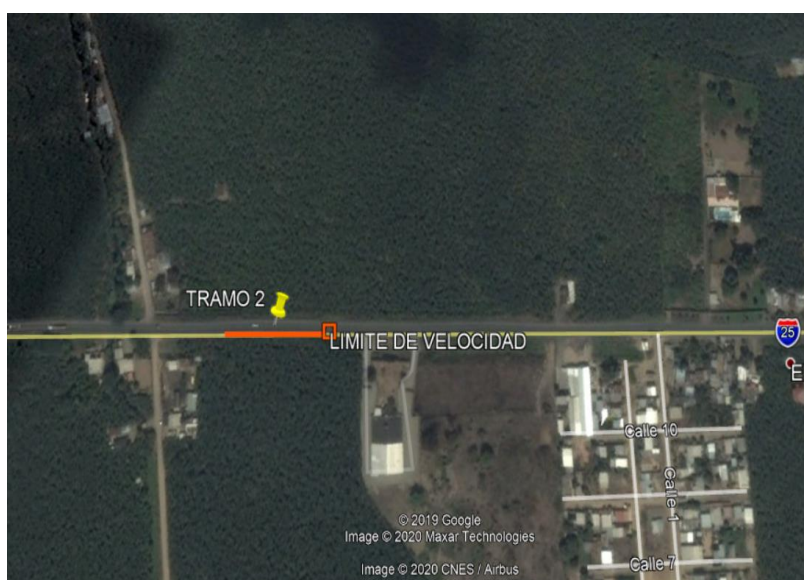


Figura № 13: Ubicación del segundo tramo  
Fuente: El Autor 2020

##### Resumen de datos obtenidos en campo

- Tamaño de la muestra: 100 vehículos
- Velocidad máxima calculada: 131 km/h
- Velocidad mínima calculada: 43 km/h

##### Velocidad media Temporal o velocidad media de punto $v_t$

$$\text{Velocidad media temporal} = \frac{\Sigma(\text{columna 7})}{n} = \frac{7356,86}{100} = 73,57 \text{ km/h}$$

##### Tabla de datos calculados finales:

Tabla 4 Resumen de datos del segundo Tramo Estudiado

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5		Columna 6	Columna 7	Columna 8
Intervalo de Clase	Marca de clase	Frecuencia Observada		Frecuencia acumulada		COL2^2	COL 2 *	COL3* COL6
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa		COL 3	
li Ls	vi	fi	(fi/n)*100%	F	(F/n)*100%	vi^2	fivi	fi*vi^2
36,86 48,86	42,86	6,00	0,06	6,00	0,06	1.837	257,14	11.020
48,86 60,86	54,86	17,00	0,17	23,00	0,23	3.009	932,57	51.158
60,86 72,86	66,86	23,00	0,23	46,00	0,46	4.470	1537,71	102.807
72,86 84,86	78,86	32,00	0,32	78,00	0,78	6.218	2523,43	198.990
84,86 96,86	90,86	17,00	0,17	95,00	0,95	8.255	1544,57	140.335
96,86 108,86	102,86	2,00	0,02	97,00	0,97	10.580	205,71	21.159
108,86 120,86	114,86	2,00	0,02	99,00	0,99	13.192	229,71	26.384
120,86 132,86	126,00	1,00	0,01	100,00	1,00	15.876	126,00	15.876
		<b>100,00</b>	<b>1,00</b>				<b>7356,86</b>	<b>567.731</b>

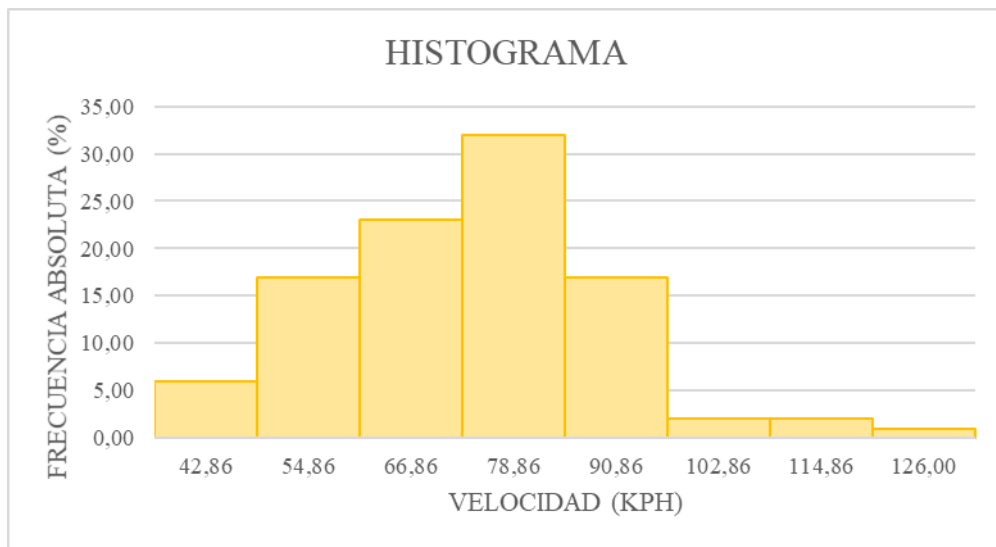


Figura № 14: Histograma de velocidades del segundo tramo  
Fuente: El Autor 2020

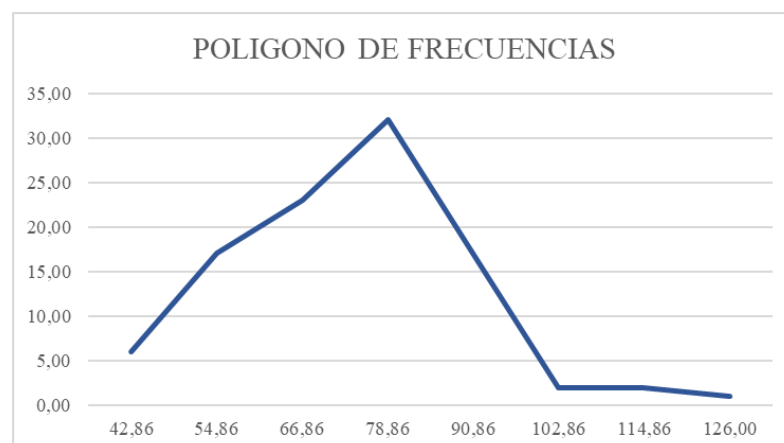


Figura № 15: Polígono de frecuencias del segundo tramo  
Fuente: El Autor 2020

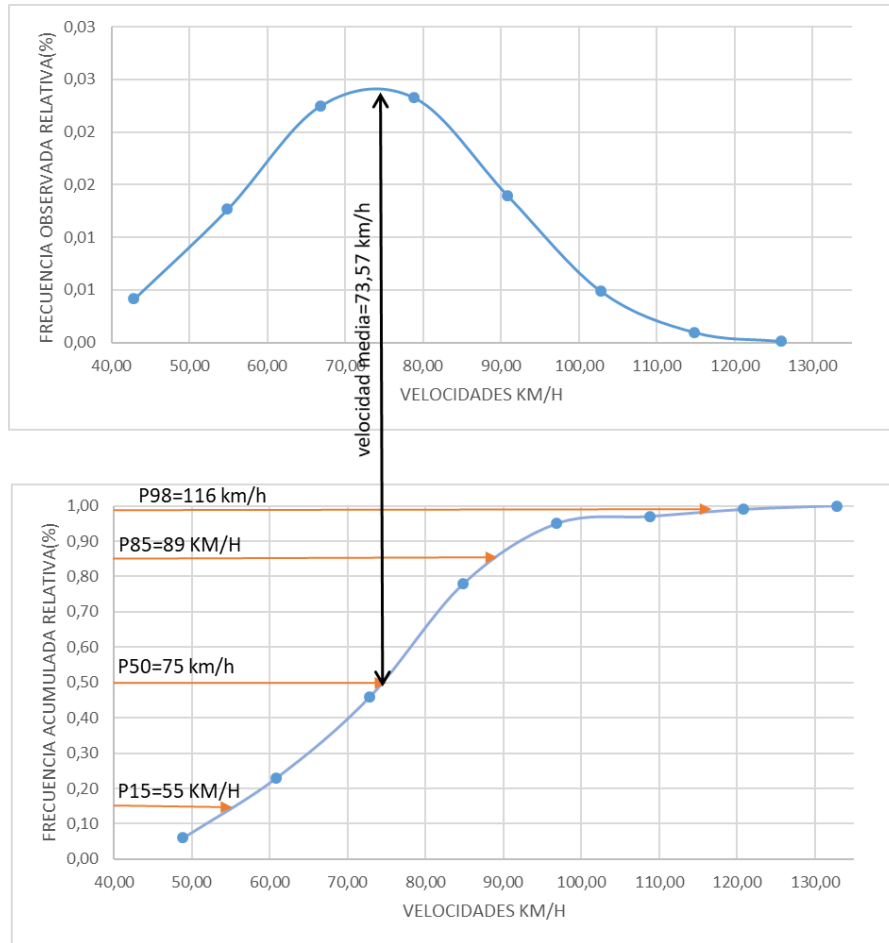


Figura № 16: Curva de frecuencia observada y acumulada de las velocidades de punto  
Fuente: El Autor 2020

**CALCULO DE PERCENTILES DEL SEGUNDO TRAMO.**

Percentil 15	Percentil 50	Percentil 85	Percentil 98
PERCEN.E XC	PERCEN.E XC	PERCEN.EXC (B3:E27,0.85)	PERCEN.E XC
55	75	89	116

Figura № 17: Percentiles calculados para el tramo 2  
Fuente: El Autor 2020

**CÁLCULO DE LA DENSIDAD VEHICULAR (K) TRAMO 2**

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{417,25 Veh/H}{73,57 Km/H} = 5,67 Veh/Km$$

## ANÁLISIS DEL TERCER TRAMO CON MÁXIMA VELOCIDAD DE 90 KM/H

### LOCALIZACIÓN DEL TRAMO

Coord. E.: 626837.21 m E

Coord. N.: 9640385.83 m S

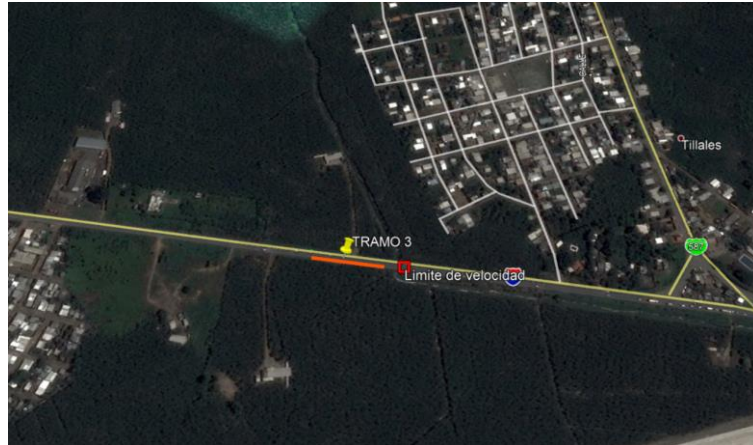


Figura № 18: Ubicación del tercer tramo  
Fuente: El Autor 2020

### Resumen de datos obtenidos en campo

- Tamaño de la muestra: 100 vehículos
- Velocidad máxima calculada: 102 km/h
- Velocidad mínima calculada: 45 km/h

### VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL O VELOCIDAD MEDIA DE PUNTO $v_t$

$$\text{Velocidad media temporal} = \frac{\Sigma(\text{columna 7})}{n} = \frac{6676,36}{100} = 66,76 \text{ km/h}$$

### Tabla de datos calculados finales:

Tabla 5 Resumen de datos del Tercer Tramo Estudiado

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5		Columna 6	Columna 7	Columna 8
Intervalo de Clase	Marca de clase	Frecuencia Observada		Frecuencia acumulada		COL2*2	COL 2 *	COL3* COL6
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa		COL 3	
li Ls	vi	fi	(fi/n)*100%	F	(F/n)*100%	vi^2	fvi	fi*vi^2
40,61 48,61	44,61	7,00	0,07	7,00	0,07	1.990	312,27	13.930
48,61 56,61	52,61	12,00	0,12	19,00	0,19	2.768	631,32	33.213
56,61 64,61	60,61	25,00	0,25	44,00	0,44	3.674	1515,24	91.838
64,61 72,61	68,61	30,00	0,30	74,00	0,74	4.707	2058,29	141.219
72,61 80,61	76,61	9,00	0,09	83,00	0,83	5.869	689,49	52.821
80,61 88,61	84,61	14,00	0,14	97,00	0,97	7.159	1184,54	100.223
88,61 96,61	92,61	2,00	0,02	99,00	0,99	8.577	185,22	17.153
96,61 104,61	100,00	1,00	0,01	100,00	1,00	10.000	100,00	10.000
		<b>100,00</b>	<b>1,00</b>				<b>6676,36</b>	<b>460.398</b>

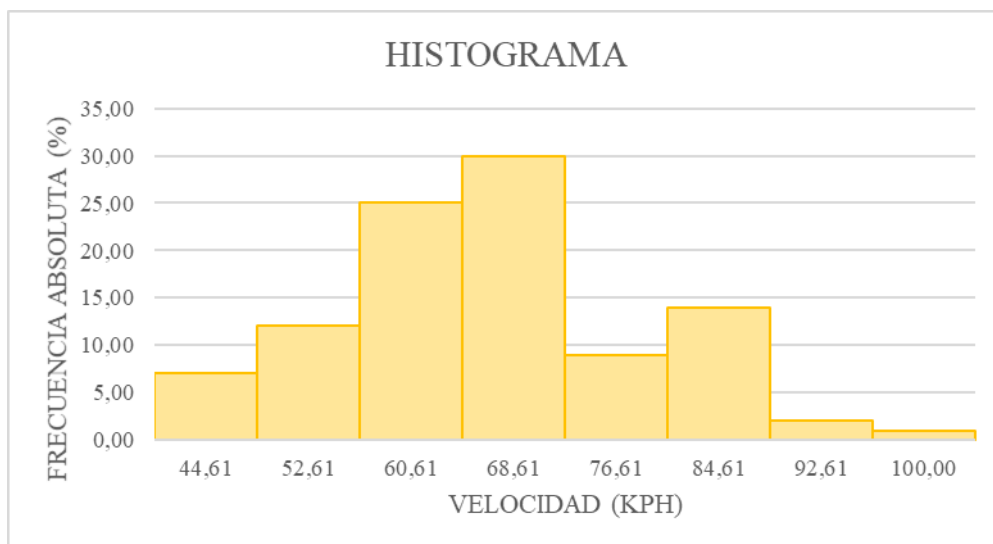


Figura № 19: Histograma de velocidades del segundo tramo  
Fuente: El Autor 2020

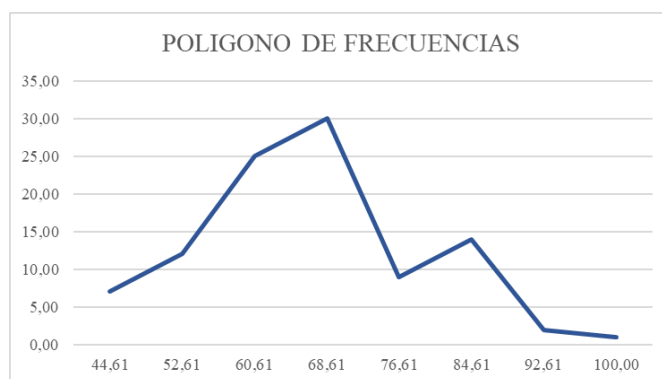


Figura № 20: Polígono de frecuencias del segundo tramo  
Fuente: El Autor 2020

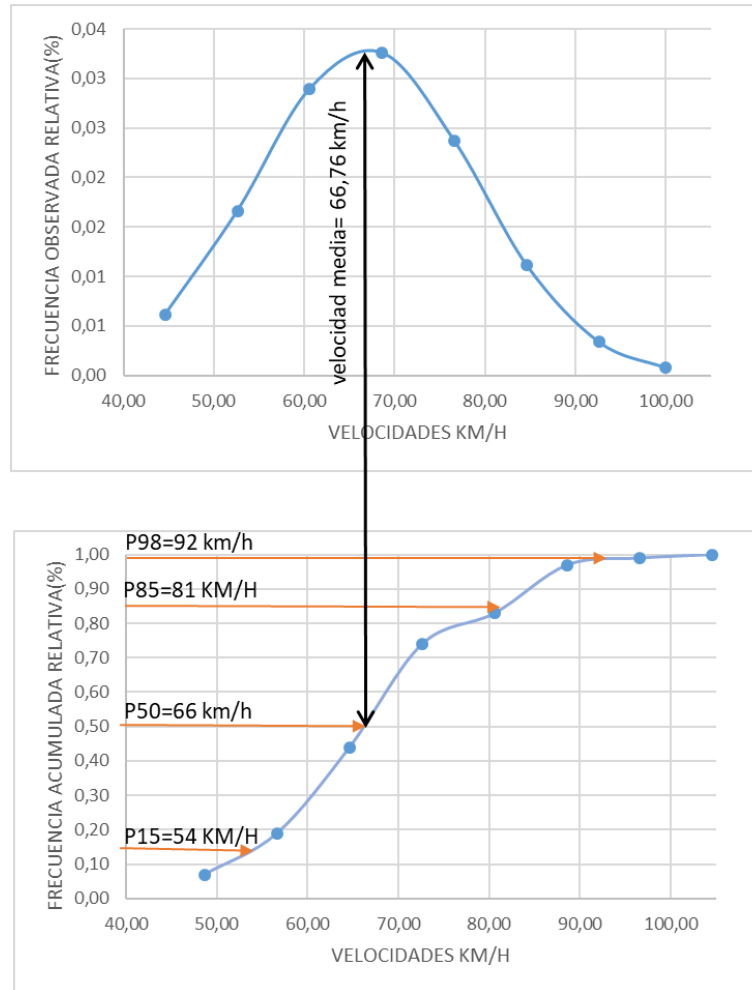


Figura № 21: Curva de frecuencia observada y acumulada de las velocidades de punto  
Fuente: El Autor 2020

### CÁLCULO DE PERCENTILES TERCER TRAMO

Percentil 15	Percentil 50	Percentil 85	Percentil 98
PERCEN.E XC	PERCEN.E XC	PERCEN.EXC (B3:E27,0.85)	PERCEN.E XC
54	66	81	92

Figura № 22: Percentiles calculados para el tramo 3  
Fuente: El Autor 2020

### CÁLCULO DE LA DENSIDAD VEHICULAR (K) TRAMO 3

$$k = \frac{N}{v_t} = \frac{417,25 \text{ Veh/H}}{66,76 \text{ Km/H}} = 6,25 \text{ Veh/Km}$$

## ANEXOS 2 ESTADÍSTICAS DE SINIESTROS EN LA PROVINCIA DE EL ORO

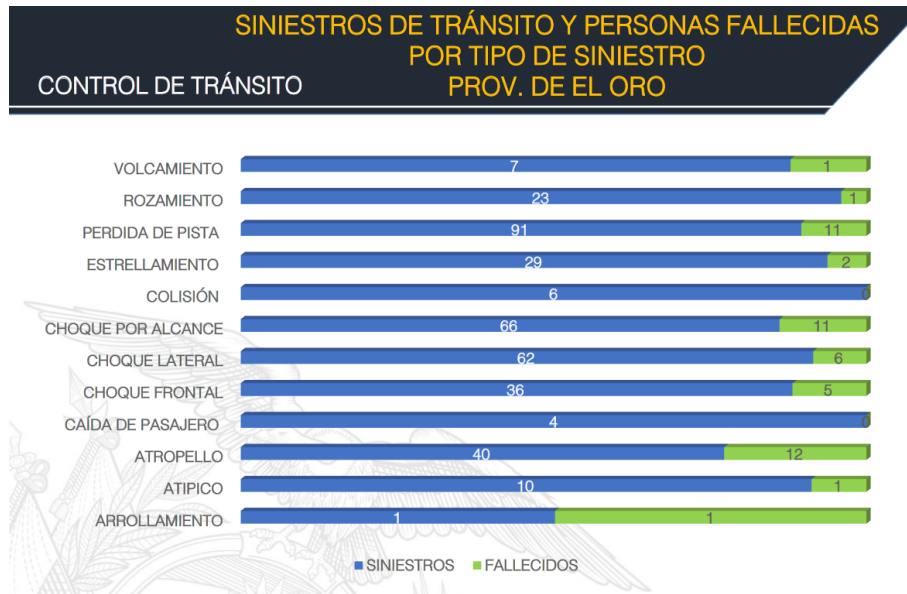


Figura Nº 23: Siniestros de tránsito en la provincia de El Oro  
Fuente: Comisión de tránsito del Ecuador

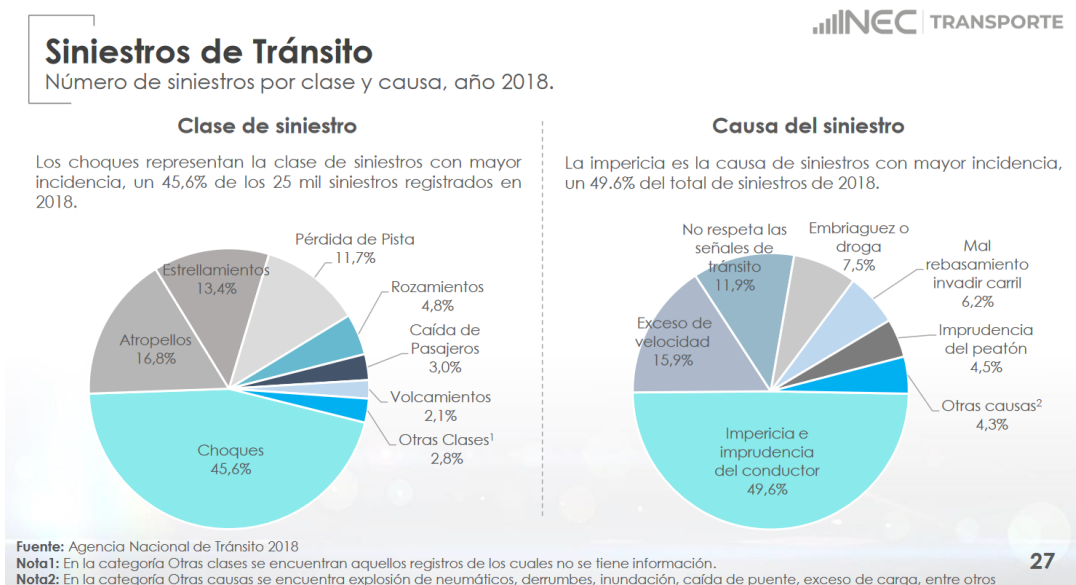


Figura Nº 24: Clases y causas de siniestros



Fuente: Ecuador en cifras INEC

### ANEXO 3 TRABAJO DE CAMPO REALIZADO



Figura Nº 25: Toma de datos  
Fuente: EL AUTOR



Figura Nº 26: Aforos de datos  
Fuente: EL AUTOR



Figura No 27: Toma de datos  
Fuente: EL AUTOR



Figura No 28: Toma de datos  
Fuente: EL AUTOR