

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y  
AGRIMENSURA**



**COMPARACIÓN DE VELOCIDADES DE VEHÍCULOS EN  
CONDICIONES REALES CON LA NORMA DG 2014, EN LA  
CURVA DEL DIABLO – PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**CARLOS CLINTHON MAQUERA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

COMPARACIÓN DE VELOCIDADES DE VEHÍCULOS EN CONDICIONES REALES CON LA NORMA DG 2014, EN LA CURVA DEL DIABLO - PUNO

TESIS PRESENTADO POR:

CARLOS CLINTON MAQUERA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

[Signature of Victor Manuel Espinoza Pinedo]

M.Sc. VICTOR MANUEL ESPINOZA PINEDO

PRIMER MIEMBRO

:

[Signature of Arturo Joels Ventura Mamani]

M.Sc. ARTURO JOELS VENTURA MAMANI

SEGUNDO MIEMBRO

:

[Signature of Nestor Chura Chipana]

M.Sc. NÉSTOR CHURA CHIPANA

DIRECTOR / ASESOR

:

[Signature of Sergio Isidro Quispe]

M.Sc. SERGIO ISIDRO QUISPE

TEMA: Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente

ÁREA: TOPOGRAFÍA, GEODESIA, CARTOGRAFÍA Y CATASTRO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 DE DICIEMBRE DEL 2018

## DEDICATORIA

La presente tesis ha pasado a formar una de las experiencias más importantes de mi vida y por este motivo va dedicado en primer lugar a Dios por ser la luz que guía mi camino.

Con mucho cariño y eterna gratitud a mis padres **Roberto y Alejandrina**, por sus sabios consejos y su apoyo que siempre estuvieron apoyándome en la formación académica.

Por su apoyo, amor y comprensión a mis amores: **Luzmery y Daniel**, que estuvieron junto a mí en todo momento.

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos.

### AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Del Altiplano – Puno, A La Facultad Ciencias Agrarias y en especial a la Escuela Profesional Ingeniería Topográfica y Agrimensura, por guiarme y orientarme personal y profesionalmente en todo el camino para llegar hasta aquí.
- A los docentes de la Escuela Profesional Ingeniería Topográfica y Agrimensura, que han contribuido en mi formación profesional.
- A los jurados Ing. M.Sc. Espinoza Pinedo, Victor Manuel, Ing. M.Sc. Ventura Mamani, Arturo Joels, Ing. M.Sc. Chura Chipana, Nestor y Ing. M.Sc. Isidro Quispe, Sergio, por su apoyo a lo largo de la presente investigación.
- A todas las personas y amigos que me dieron unas palabras de aliento en los momentos difíciles y me impulsaron a plasmar el proyecto de tesis.

## INDICE

	Pag.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1.HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.....	13
1.1.1.Hipótesis general.....	13
1.1.2.Hipótesis Especifico.....	14
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.2.1. Objetivo general .....	14
1.2.2.Objetivo Especifico.....	14
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.3. MARCO TEÓRICO.....	18
2.3.1. La velocidad .....	18
2.3.1.1. Definición de la velocidad .....	19
2.3.2. Características de los Vehículos .....	23
2.3.3. El comportamiento de los conductores .....	26
2.3.4. Las características del trafico .....	27
2.3.5. La proyección del transito.....	28
2.3.6. Niveles de servicio y volúmenes de servicio .....	30

2.3.7. Marco legal .....	33
2.3.8. Diseño geométrico .....	33
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1. EQUIPOS Y MATERIALES.....	35
3.2. DESARROLLO METOLOGICO .....	35
3.2.1. Método de la investigación.....	35
3.2.2. Población y muestra de estudio.....	37
3.2.2.1. Metodología para el primer objetivo.....	37
3.2.3. Procedimiento de la investigación.....	39
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>47</b>
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA.....	47
4.1.1. Hipótesis estadística.....	47
4.1.2. Análisis Estadística.....	47
4.1.3. Análisis de Muestra .....	47
4.1.4. Variable Independiente .....	48
4.1.5. Variable Dependiente .....	48
4.2. ÁLISIS ESTADÍSTICO .....	48
4.2.1. Para el objetivo.....	48
4.2.1.1. Hipótesis .....	48
4.2.1.2. Normalidad .....	48
4.2.1.3. P – valor de la prueba T student de pruebas independientes.....	51
PARA LOS COMBIS .....	51

PARA LAS CAMIONETAS .....	51
PARA LOS AUTOMÓVILES .....	52
PARA LOS COASTER (MINI BUSES).....	53
PARA LAS CAMIONES .....	53
PARA LAS CAMION DE CARGA (TRAILERS).....	54
4.3. DISCUSIÓN .....	55
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>59</b>
ANEXOS.....	61

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	<b>Pag.</b>
Figura 1: Imagen satelital de la zona de proyecto. ....	38
Figura 2: Posiciones de la zona de trabajo.....	39
Figura 3: Plano Post Construcción de la zona de investigación. ....	40
Figura 4: Ubicación de la banderilla en el punto inicio. ....	41
Figura 5: Toma de datos en campo – control de tiempo.....	42
Figura 6: Prueba de normalidad para combis .....	49
Figura 7: Prueba de normalidad para camionetas.....	49
Figura 8: Prueba de normalidad para automóviles. ....	49
Figura 9: Prueba de normalidad para coaster. ....	50
Figura 10: Prueba de normalidad para camiones.....	50
Figura 11: Prueba de normalidad para camión de carga.....	50
Figura 12: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía. ....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1: Tabla de dimensiones de vehículo de diseño.....	25
Tabla 2 : Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía. ....	34
Tabla 3: Vía de acceso de capital de departamento hacia la zona de tesis .....	36
Tabla 4: Cálculo de velocidades vehículo combis.....	43
Tabla 5: Cálculo de velocidades vehículo camionetas .....	43
Tabla 6: Calculo de velocidades vehículo autos.....	44
Tabla 7: Calculo de velocidades vehículo coaster o mini buses.....	44
Tabla 8: Calculo de velocidades vehículo camiones .....	45
Tabla 9: Tipos de vehículos y cantidad de lecturas, velocidades medias calculadas mts/seg. ....	46
Tabla 10: Resumen de la prueba t-student.....	56

## RESUMEN

La presente investigación titulada COMPARACIÓN DE VELOCIDADES DE VEHÍCULOS EN CONDICIONES REALES CON LA NORMA DG 2014, EN LA CURVA DEL DIABLO – PUNO donde se realizó un análisis comparativo de las velocidades de los vehículos en la carretera Puno – Juliaca, donde se suscitan accidentes de tránsito muy a menudo. Cuyo objetivo de la presente investigación es: Comparar las velocidades de vehículos en condiciones reales con las velocidades de la norma DG 2014. El tipo de investigación es descriptivo – cuantitativo, y el diseño de investigación es observable – transversal, para obtener los datos de campo se realizó una medición de velocidades por el método directo utilizando como instrumento de medición el cronometro, para controlar el tiempo de recorrido que realiza cada vehículo, bajo condiciones reales, y así calcular la velocidad en la que se transporta, por otro lado utilizamos los criterios de la norma (MTC-DG, 2014) para así poder realizar las comparaciones con respecto a las velocidades como un testigo, asimismo se utilizó la prueba de T de Student para una sola muestra con un nivel de significancia de 0.05, para aceptar o rechazar la hipótesis alterna o de trabajo. Los resultados finales de los tipos de vehículos como: combi, camioneta, automóviles y camión de carga (trailers), transitan a velocidades mayores a la que indica la tabla de rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía por lo cual se llegó a la conclusión de que, si existe diferencia significativa entre las combi, camioneta, automóviles, camiones y camión de carga (trailers), en condiciones reales con la norma DG 2014, y con las unidades vehiculares coaster (mini bus) y camiones No existe diferencia significativa.

**Palabras Claves:** Características geométricas, Norma DG 2014, Curva del Diablo

- Puno

## ABSTRACT

This research titled COMPARISON OF VEHICLE SPEEDS IN REAL CONDITIONS WITH DG 2014, IN THE DIABLO CURVE - PUNO where a comparative analysis of vehicle speeds on the Puno - Juliaca road was carried out, where traffic accidents occur very often. Whose objective of the present investigation is: To compare the speeds of vehicles in real conditions with the speeds of the norm DG 2014. The type of investigation is descriptive - quantitative, and the design of investigation is observable - transversal, to obtain the data of field A speed measurement was made by the direct method using the chronometer as a measuring instrument, to control the travel time that each vehicle performs, under real conditions, and thus calculate the speed at which it is transported, on the other hand we use the criteria of the standard (MTC-DG, 2014) in order to be able to make comparisons with respect to speeds as a witness, the Student's T test was also used for a single sample with a significance level of 0.05, to accept or reject the alternative or working hypothesis. The final results of the types of vehicles such as: combi, van, cars and cargo truck (trailers), travel at speeds greater than that indicated in the table of ranges of the design speed according to the classification of the road by demand and orography, so it was concluded that, if there is a significant difference between the combi, van, cars, trucks and cargo truck (trailers), in real conditions with DG 2014, and with the coaster vehicle units ( mini bus) and trucks There is no significant difference.

**Keywords:** Geometric characteristics, DG 2014 Standard, Devil Curve – Puno

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos encontramos en una época donde el avance vertiginoso de la tecnología permite aplicar métodos alternativos de obtención de datos, proceso de información y obtención de nuevos diseños geométricos acorde con las nuevas tendencias de las unidades vehiculares que cada vez son más modernas, especialmente en Ingeniería topográfica y agrimensura, por tanto toca investigar éstos métodos alternativos a los ya estudiados y demostrados, para poder llegar a resultados óptimos en lo referente a un vehículo moderno y tener un diseño geométrico de carreteras adecuado a la tecnología; cuyos fines se adecuan a la necesidad de cada usuario con su unidad vehicular como en los servicios públicos y los particulares.

El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería topográfica y agrimensura, que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad, que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

Las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del arcén. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, acuerdos verticales más extendidos o

peraltes más inclinados. Al aumentar estos parámetros la carretera se ajustará menos al terreno, lo que encarece la carretera.

El dato más importante para el diseño es la velocidad de proyecto, que es a la máxima velocidad para circular con comodidad y seguridad.

En este contexto hace varios años se viene dando el cambio continuo de la normativa del diseño geométrico, a veces es anual y en otras ocasiones por varios años no se cambia la normativa del diseño, hoy en día tenemos el DG 2018, el cual fue aprobado el 31 de Enero del 2018, en donde no se sabe hasta cuándo será su tiempo y uso en el diseño geométrico en carreteras.

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

- La planta donde se fijan las alineaciones horizontales.
- El perfil longitudinal donde se fijan las alineaciones verticales.
- El perfil transversal donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

## **1.1. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

### **1.1.1. Hipótesis general**

Existe diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en condiciones reales, con las velocidades de la norma DG 2014.

### **1.1.2. Hipótesis Especifico**

Existe diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

## **1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo general**

Comparar las velocidades de vehículos en condiciones normales, con la norma DG 2014, en la curva del diablo - Puno.

### **1.2.2. Objetivo Especifico**

Comparar las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los trabajos de ingeniería donde se planifica establecer algún tipo de obra ya sea obras viales, entre otros, se requiere el modelamiento del terreno; para lo cual se requiere la presencia de un profesional del área, labor técnicamente realizada por el Ingeniero Topógrafo, tanto así o por un técnico bajo supervisión del mismo.

Por otro lado, hoy en día la tecnología viene evolucionando a pasos crecidos, debiendo estos profesionales actualizarse constantemente, para no perder el paso a la tecnología, existiendo una gama de metodologías para la captación de información de campo que evoluciona día a día, optimizando más que dinero en tiempo, a la mano se tiene en un gran porcentaje.

Así mismo la innovación de los vehículos van avanzando a pasos enormes, puesto que cada empresa de fábrica de carros en diferentes estilos, modelo van innovando su tecnología adquiriendo nuevos diseños, velocidades, las cuales en el mercado es muy gratificante adquirirlo, ya que el usuario necesita ganar más tiempo cuando se traslada de un punto a otro punto y al obtener dichos vehículos ahorra en tiempo, y el diseño geométrico en carreteras avenida jugando un papel importante en esta fase de campo, sin embargo, ha sido crítica de muchos accidentes que pasa en este tramo conocido como la curva del diablo, en donde se citan muchos accidentes con resultados que entristece a toda la población puneña, enlutando a familias enteras en muchas ocasiones.

El diseño geométrico en carreteras es un punto muy importante, puesto que los accidentes son a causa de la excesiva velocidad que circulan las unidades motorizadas, y el diseño es donde se indica a qué velocidad se debe de ir en dicho tramo, es por lo cual que en este proyecto de tesis determinaremos si las unidades vehiculares van a velocidades de acuerdo a su diseño existente o van a velocidades con las cuales puedes

salir con mucha facilidad de la vía y así ocasionar un accidente.

Para determinar el diseño geométrico de la carretera existente se solicitó una copia de los planos post construcción, a la empresa Construcción y Administración S.A. CASA H&H quien nos colaboró eficientemente para así determinar sus elementos del diseño de la vía existente. para así determinar su diseño y comparar con la norma DG 2014.

De las necesidades presentadas en el presente proyecto surgen las siguientes interrogantes principales y específicas.

- ¿De acuerdo al diseño que tiene el tramo, los vehículos transitaran a velocidades que indica la norma?
- ¿La velocidad de un vehículo en marcha, en condiciones reales, estará conforme indica la norma DG 2014, en la curva del diablo – Puno?

Frente a estas interrogantes fue necesario, realizar las pruebas de campo y gabinete para resolver las interrogantes planteadas, y en lo posterior tener una hipótesis demostrada y absuelta de las interrogantes.

## 2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Wong, y otros (2009), En la actualidad existen muchísimos artículos sobre el exceso de velocidad de los vehículos los accidentes de tránsito y las pérdidas económicas ocasionadas por el exceso de velocidad o simplemente para analizar los efectos de los reductores de velocidad.

Según Híjar Medina, Carrillo Ordaz, Flores Aldana, Anaya, y López López (1999), Un accidente de tránsito se define como una colisión en la que participa al menos un vehículo en movimiento por un camino público o privado y que deja al menos una persona herida o muerta, las consecuencias de este tipo de accidentes, medidas en muertes, demanda de atención de urgencia pre hospitalaria y hospitalaria, necesidades

de recursos especializados para la atención médica y de rehabilitación, así como en las secuelas, la discapacidad generada consideramos que se deben ampliar el número y calidad de estudios en zonas con un mayor índice de heridos y muertos por accidentes de tránsito, tanto en Lima como en otras ciudades del Perú, para generar conocimientos que contribuyan con la prevención de los accidentes de tránsito; lo que se ha demostrado en otros países con el uso de las evidencias en la generación de políticas logrando una gran disminución de la mortalidad por atropello, como resultado de las modificaciones de los problemas encontrados en un ambiente inseguro o de la vía y con un impacto más inmediato, en la disminución de las tasas de ocurrencia y lesiones graves por accidentes de tránsito (Soto Cabezas, Arroyo Hernández, & Oyola García, 2008).

En la Tesis presentada por: Romana García, (1994) Evaluación Práctica de niveles de servicio de carreteras convencionales de dos carriles en España, tesis para obtener el grado de doctor Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, cuyas características son las siguientes:

Determinar el valor del intervalo crítico a utilizar en el establecimiento de niveles de servicio. Establecer la relación existente entre intensidad de circulación y porcentaje de vehículos demorados en carreteras convencionales. Comparar el nivel de servicio de las carreteras observadas según las distintas técnicas existentes y la propuesta. Establecer de una metodología para la evaluación práctica de niveles de servicio de carreteras convencionales de dos carriles.

Conclusiones: Referentes a la toma de datos: El vídeo es una herramienta útil para la toma de datos en carreteras de dos carriles, ya que permite el conocimiento de muchas variables con medios limitados. Es posible medir densidades reales entre dos cámaras, por lo que es posible considerar esta medida como básica sin recurrir a la ecuación fundamental. Es posible realizar de manera rápida la medición de intensidades,

intervalos y clasificación visual de los vehículos, en un tiempo total (toma de datos + reducción de los mismos) de alrededor de 2,1 h/h de toma de datos, y todo ello con un equipo limitado a dos cámaras de vídeo doméstico, un magnetoscopio doméstico y un ordenador personal.

## **2.3. MARCO TEÓRICO**

### **2.3.1. La velocidad**

Polanco (2016). La velocidad se ha convertido en uno de los principales Indicadores utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. A su vez, los conductores, los conductores, considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada.

Se sabe, además, por experiencia que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se lograra con una velocidad buena y sostenida y que ofrezca seguridad. Esta velocidad está bajo el control del conductor, y su uso determinarla distancia recorrida, el tiempo de recorrido y el ahorro de tiempo, según la variación de esta.

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecido por ser un parámetro de cálculo de la mayor de los demás elementos del proyecto.

Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy impórtate es el transito es que las velocidades de los vehículos actuales han sobrepasado los límites para los que fue diseñada la carretera actual, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Así, por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

Con los rápidos progresos de la ingeniería automotriz y la expansión de los mismos sistemas viales, el concepto de la velocidad ha cambiado. A través de los años, la velocidad utilizada por los conductores de los vehículos ha ido de aumento constante y no se prevé que tienda a estabilizarse, durante todo este tiempo que ha transcurrido desde la aprisiona de los primeros vehículos de motor, ha habido un incesante deseo de aumentar la rapidez del movimiento sin que se haya producido un pensamiento unánime en la reglamentación de la velocidad, sobre todo en lo que se refiere a su importancia como causa de accidente.

Según las observaciones realizadas en las carreteras de diversos países, a través de los años se ha ido obteniendo un aumento en el promedio de la velocidad desarrollada por los automovilistas. Estas observaciones se realizaron mediante mediciones directas sobre carreteras, hechas a cientos de miles de vehículos. Curioso es notar que los autobuses desarrollaron un promedio de velocidad mayor que el de los otros tipos de vehículos, ya que alcanzaron promedios mayores que los mismos automóviles. Los camiones de carga también han ido aumentando su velocidad en forma constante a lo largo del tiempo.

### **2.3.1.1. Definición de la velocidad**

Ortiz (2004) comenta que la velocidad como capacidad motriz abarca cuestiones esenciales e inherentes a la fisiología, al metabolismo energético, a la conducta psíquica y al desarrollo biológico del ser humano. Por ello nos encontramos con diferentes opiniones sobre la velocidad:

la velocidad como una capacidad compleja es definida como “la facultad de reacción con máxima rapidez frente a una señal y/o de realizar movimientos con máxima velocidad”.

Más adelante, Grosser en 1992, a partir de unos análisis más detallados de los mecanismos humanos la define como “la capacidad de conseguir, en base a procesos cognitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas”.

En general, el termino velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, esta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresado por la fórmula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = velocidad constante (kilometro por hora)

d = distancia recorrida (kilometros)

t = tiempo de recorrido (horas)

El termino velocidad, aplicado al movimiento de los vehículos, se utiliza de diferentes maneras de acuerdo a los estudios que se efectúan y los objetivos que se persigan. Esto significa que existen conceptualmente varios tipos de velocidad, cuales debe de ser definidos y aplicados claramente.

De las distintas medidas de la velocidad las que se utilizan en el diseño geométrico son las cinco siguientes:

**Velocidad de diseño.** Conocida también como velocidad de proyecto corresponde a una velocidad de referencia que sirve de guía para definir las

especificaciones mínimas para el diseño geométrico. La velocidad de diseño de un proyecto se puede mantener a lo largo de todo su recorrido o puede ser definida por tramos dependiendo de las diferentes condiciones, físicas principalmente, que se vayan presentando. Se trata entonces de la máxima velocidad a la cual se puede transitar de una manera cómoda y segura, bajo condiciones favorables, durante un tramo determinado de vía. Tanto el alineamiento horizontal como el vertical y el diseño transversal están sujetos a la velocidad de diseño. En el alineamiento horizontal el radio y la distancia de visibilidad son los elementos que más dependen de la velocidad de diseño, mientras que en el alineamiento vertical la pendiente máxima y la longitud mínima de curva son los elementos más afectados. Por su parte en el diseño transversal al ancho de calzada, ancho de bermas, peralte máximo y sobre ancho dependen directamente de este parámetro. Cuando se proyecta una vía lo ideal sería mantener constante la velocidad de diseño durante la mayor longitud posible. Como esta condición puede ser difícil mantenerla, se recomiendan tramos mínimos de 2 kilómetros para una misma velocidad de diseño y además que entre tramos sucesivos no se presenten diferencias por encima de 20 Km/h. La velocidad de diseño se define entonces a partir de diferentes factores entre los cuales tenemos:

- Importancia o categoría de la vía: Si se trata de una autopista o una vía de primer orden es necesario que su velocidad sea alta, igual o mayor de 60 Km/h, de lo contrario no sería considerada como tal.
- Volúmenes esperados: A mayor volumen mayor debe ser la velocidad de diseño con el fin de garantizar su funcionalidad y capacidad.
- Las condiciones topográficas y su homogeneidad: Cuanto más abrupta sea la topografía menor será su velocidad de diseño. Aunque se cuente con los recursos suficientes, los aspectos ambientales, geológicos y geotécnicos pueden condicionar las especificaciones de la vía en terrenos montañosos.

- Disponibilidad de recursos económicos: Es claro que a mayores recursos mejores serán las especificaciones de la vía a diseñar.

- Usos de la tierra y servicios que se quiere ofrecer: Dependiendo las áreas a comunicar y su correspondiente desarrollo y productividad se define la velocidad de diseño a considerar.

**Velocidad Específica.** El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha incorporado el concepto de velocidad específica en su nuevo manual que, al igual que la velocidad de diseño, condiciona de manera directa algunos elementos geométricos. Se puede definir como la máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento específico de la vía, en condiciones de seguridad y comodidad, con el pavimento húmedo y las llantas en buen estado, y de modo que las condiciones meteorológicas, del tránsito y sus controles no impongan limitaciones a la velocidad. Aunque se tenga una velocidad de diseño para un tramo de carretera las velocidades que se presentan varían de acuerdo a los radios de las curvas. Quiere decir que el conductor, aunque conozca la velocidad de diseño del tramo de carretera por donde circula aumentará o disminuirá su velocidad según las condiciones geométricas de la vía.

**Velocidad de Operación.** Se entiende como velocidad de operación de un determinado tramo de carretera, la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo aislado circularía por él, de modo que la velocidad no sea condicionada por factores como la intensidad de tránsito o la meteorología, es decir, asumiendo un determinado nivel de velocidad en función solamente de las características físicas de la vía.

**Velocidad de Recorrido.** Conocida también como velocidad de viaje, se obtiene dividiendo la distancia recorrida por un vehículo, desde el principio al fin del viaje, entre el tiempo total que se emplea en recorrerla. En este tiempo se incluyen todas aquellas

demoras operacionales debido a las condiciones del tránsito y los dispositivos de control, es decir todos los eventos ajenos a la voluntad del conductor.

**Velocidad de Marcha.** Denominada también velocidad de cruce, se calcula al dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones existentes del tránsito, características físicas de la vía y los dispositivos de control. Es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores, y varía durante el día principalmente por la variación de los volúmenes de tránsito. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se debe descontar del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo en que el vehículo se hubiese detenido por cualquier causa

### 2.3.2. Características de los Vehículos

En el diseño de una carretera es necesario tener en cuenta las características físicas de los vehículos que han de utilizarla durante su vida útil. Se requiere entonces de estudios previos que permitan determinar qué tipos de vehículos, y en qué proporción, circularán por esta. Dada la gran variedad existente de vehículos al hacer dichos estudios es conveniente agruparlos por clases y establecer medidas representativas de cada clase. De este modo la gran variedad de vehículos puede ser reducida a unas cuantas clases. Cada una de estas clases conforma lo que se llama un Vehículo de diseño. Los vehículos de diseño son vehículos automotores seleccionados por el peso, las dimensiones y las características de operación que se usan para establecer los parámetros del diseño de la vía por la cual circulará tal clase de vehículos. Para efectos del diseño geométrico cada vehículo de diseño tiene dimensiones más desfavorables que la de casi todos los vehículos de su clase.

Hay tres principales características de los vehículos que requieren ser conocidas para el diseño de una vía:

**Las Dimensiones y Los Radios De Giro.** De acuerdo a las dimensiones principales la ASSHTO agrupa los vehículos en las siguientes clases:

- De pasajeros

Vehículos P : comprende los automóviles, los furgones pequeños y las camionetas

- Camiones

Vehículos SU : camión sencillo de dos ejes

Vehículos BUS : buses

Vehículos A-BUS : buses articulados

Vehículos WB-12 : semitrailer intermedio

Vehículos WB-15 : semitrailer largo

Vehículos WB-18 : semitrailer doble fondo – trailer completo

Vehículos WB-19 : semitrailer interestado

Vehículos WB-20 : semitrailer interestado

Vehículos WB-29 : triple semitrailer

Vehículos WB-35 : turnpike doble semitrailer

- Vehículos recreativos Vehículos MH : carro - casa

Vehículos P/T : carro y remolque

Vehículos P/B : carro y bote

Vehículos MH/B : carro – casa y bote Las dos últimas columnas, radio mínimo de giro exterior e interior, han sido determinados por medios analíticos en los casos de vehículos de dos ejes y por medio de modelos a escala para los de varios ejes.

Tabla 1: Tabla de dimensiones de vehículo de diseño

TIPO	DIMENSIONES			VOLADIZOS		DIST. EJES			RADIO MIN. DE GIRO	
	Alt o	Anch o	Larg o	Del.	Tras.	1°- 2°	2°-3°	3°-4°	Ext.	Int.
P	1.30	2.15	5.80	0.90	1.50	3.40			7.30	4.20
SU	4.10	2.40	9.10	1.20	1.80	6.10			12.80	8.50
BUS	4.10	2.60	12.10	2.10	2.45	7.60			12.80	7.40
ABUS	3.20	2.60	18.30	2.60	2.90	5.50			11.60	4.30
WB-12	4.10	2.60	15.20	1.20	1.80	4.00	8.25		12.20	5.70
WB-15	4.10	2.60	16.70	0.90	0.60	6.10	9.15		13.70	5.80
WB-18	4.10	2.60	19.90	0.60	0.90	3.00	6.10	6.40	13.70	6.80
WB-19	4.10	2.60	21.00	1.20	0.90	6.10	12.80		13.70	2.80
WB-20	4.10	2.60	22.50	1.20	0.90	6.10	14.30		13.70	0.00
WB-29	4.10	2.60	31.00	0.80	1.00	4.10	6.30	6.60	15.20	6.30
WB-35	4.10	2.60	25.90	0.60	0.60	6.70	12.20	13.40	18.30	5.20
MH		2.40	9.10	1.20	1.80	6.10			12.20	790.00
P/T		2.40	14.90	0.90	3.05	3.40			7.30	0.60
P/B		2.40	12.80	0.90	2.40	3.40			7.30	2.00
MH/B		2.40	16.10	1.20	2.40	6.10			15.20	10.70

Fuente: AASHTO

**Las Características De Aceleración Y Desaceleración.** Es importante considerar estas características al determinar algunos elementos del diseño geométrico, especialmente en intersecciones, tanto a nivel como a desnivel. La velocidad en un punto determinado de una intersección puede ser cero para los casos en que exista una señal de pare y si además se tienen altas pendientes es recomendable considerar las características de aceleración y desaceleración de los vehículos con el fin de evitar accidentes. De igual manera se debe tener en cuenta para especificar las dimensiones de las bahías de buses y bahías de aceleración y desaceleración. Estas bahías deben de tener unas longitudes tal que permitan maniobras seguras de acuerdo a las velocidades que se presentan, el tipo de vehículos que circulan, las condiciones de visibilidad y las relaciones entre las vías que se cruzan.

**La Polución Producida Por Los Vehículos.** Cada vez la humanidad adquiere más conciencia de la necesidad de preservar el medio ambiente. Esta necesidad adquiere

una gran importancia en el diseño de las obras civiles dado el fuerte impacto sobre el medio ambiente que estas pueden tener si no se toman todas las precauciones necesarias durante el diseño. En el diseño de una carretera se debe tener muy en cuenta que cuando un vehículo recorre una vía emite contaminantes a la atmósfera y produce ruido perceptible en las zonas vecinas. El diseñador de una vía debe reconocer estos impactos y evaluarlos antes de hacer la selección entre las distintas alternativas para un transporte.

Los factores que afectan la emisión de contaminantes por los vehículos son:

- El combustible utilizado
- La velocidad del vehículo - La temperatura ambiente
- La edad y el estado de mantenimiento de los vehículos
- El porcentaje de vehículos que operan aún fríos en un punto dado

El ruido producido por un vehículo lo generan:

- El funcionamiento del motor y demás equipos
- El comportamiento aerodinámico
- La interacción de las llantas con el piso
- Los frenazos, las explosiones en el tubo de escape, los pitos y las sirenas

### **2.3.3. El comportamiento de los conductores**

La apreciación de las aptitudes y actitudes de los conductores es esencial para el diseño adecuado y para la operación correcta de una vía. La conveniencia de un diseño depende más de la capacidad de la vía para ser usada segura y eficientemente que de cualquier otro criterio. Es indispensable que los diseños viales sean compatibles con las capacidades y limitaciones de los usuarios de tal forma que favorezca su desempeño. Cuando el diseño es incompatible con las aptitudes de los conductores las oportunidades de que el conductor cometa errores se incrementan y empiezan a aparecer los accidentes y la operación deficiente. Al estudiar los diversos elementos del diseño geométrico de las

vías se tienen en cuenta las diversas aptitudes que los conductores muestran ante los aspectos físicos de la vía y son estas aptitudes parámetros básicos al determinar las distancias de visibilidad, longitudes de curvas horizontales y verticales, peraltes y sobre anchos.

#### 2.3.4. Las características del tráfico

Es el tráfico el factor que indica el servicio para el cual se ha de hacer la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño tales como el ancho, los alineamientos, las pendientes. No es más racional el diseñar una vía sin información sobre el tráfico que diseñar un puente sin el conocimiento de los pesos y del número de vehículos que ha de soportar. Las características del tráfico que deben estudiarse son: los volúmenes, la distribución direccional, la composición y la velocidad.

**Los volúmenes.** El volumen de tráfico que pasa por un punto de una vía se acostumbra medirlo por el tránsito promedio diario (TPD), el cual se define como el volumen total de vehículos que pasa en un determinado período (mayor de un día y menor de un año) dividido por el número de días en el periodo.

**La distribución direccional.** Se refiere a la distribución porcentual del tráfico en cada una de las direcciones de la vía. Al dar tanto el TPD como el TH se da el tráfico total en ambas direcciones en carreteras y calles. En algunos sitios especiales, como en las intersecciones con otras vías, si se requiere conocer por separado los volúmenes de tránsito que efectúan las diferentes operaciones posibles en la intersección. Las vías de dos carriles y doble vía se diseñan para el tráfico total en ambas direcciones y, por tanto, no tiene ninguna significación el dato de la distribución del tráfico en las dos direcciones. En las vías de más de dos carriles y con separadores entre este si se requiere conocer la

distribución en ambas direcciones del tráfico ya que cada calzada se debe diseñar por separado.

**La composición del tráfico.** Los diferentes tipos de vehículos afectan de distinto modo la operación del tráfico en una vía. No es lo mismo para la operación de la vía el que este ocupada por una tractomula cargada que por un automóvil moderno en buen estado y que solo lleva el conductor como carga. La tractomula cargada lleva, muchas veces, una velocidad baja y perturba, por eso, el flujo normal de los demás vehículos. Los diferentes tipos de vehículos enunciados al hablar de los vehículos de diseño pueden agruparse en dos categorías teniendo en cuenta la forma en que afectan la operación de las vías. Las dos categorías son las siguientes:

**Vehículos Livianos.** Son aquellos de cuatro (4) ruedas destinados al transporte de pocas personas o de mercancías livianas (automóviles y camperos). Incluye esta todos los vehículos P con peso bruto hasta de cuatro toneladas. Estos tienen unas características de operación relativamente similares entre sí.

**Vehículos Pesados.** Son todos los demás vehículos con peso bruto total mayor de cuatro toneladas. Las características de operación entre estos varían apreciablemente, especialmente en tamaño y relación peso/potencia. No obstante, el efecto de todos ellos en las corrientes de tráfico puede considerarse que es muy similar al circular por la mayoría de las carreteras. Dentro de esta clase se consideran tres grupos de vehículos, estos son: • Buses y camiones de dos o tres ejes. Sus principales características son las de carecer de ejes verticales de giro y estar destinados al transporte de carga y de pasajeros en forma masiva.

### 2.3.5. La proyección del tránsito

Agudelo (2002) sustenta que el diseño de una carretera nueva o la mejora de una existente debe basarse no solo en el tránsito actual sino en el tránsito que se podría tener

en el futuro. Sería ideal que una carretera pudiese ser diseñada para que pase cómodamente por ella todo el tráfico que pudiera tener dentro de su vida útil. Pero esto es casi nunca económicamente factible y además es difícil de estimar cual será dicho volumen. Se debe diseñar entonces para el año para el cual se puede estimar el tránsito con una razonable exactitud. Los ingenieros de tránsito consideran que esto se puede hacer para un período máximo entre 15 y 25 años, siendo el de 20 años el más utilizado, pues el estimar el tráfico para un período mayor no se justifica debido a que pueden ocurrir cambios en la economía regional, y en la población de la zona que no pueden ser previstos con ningún grado de seguridad, cambios que pueden modificar por completa el volumen o comportamiento del tránsito en la vía.

**El tránsito actual.** Es el volumen de tránsito que tiene la vía en el momento en que esta se pone en servicio. Está compuesto por:

**Tránsito existente.** Es el que usa la misma vía que se va a mejorar, antes de que tal hecho ocurra. Para el caso de una vía nueva este componente no existe o su valor es cero.

**Tránsito Atraído.** El proyecto atrae tránsito de otras vías existentes, ya que para algunas zonas del proyecto, cuando esté construido o mejorado, ofrecerá más ventajas a los usuarios que otras vías existentes. La definición del área de influencia que se incorpora al proyecto se hace generalmente bajo la consideración de tiempos de viaje, extendiéndose el área de influencia hasta la línea que permite hacer el viaje en menor tiempo, comparado con la utilización de otra vía existente.

**Incremento Del Tránsito.** Una vez establecido el tránsito actual es necesario determinar el tránsito probable en el año para el cual se va a diseñar la vía. Para esto al tránsito actual, el que tendría la vía en el momento de entrar en servicio, se le debe agregar el crecimiento normal del tránsito, el tránsito generado y el tránsito por desarrollo de la

zona. Crecimiento normal del tránsito. Considera el crecimiento de la población del área de influencia y además, la probable evolución en el número y tipo de vehículos. Año tras año se aumenta el número de viajes en automóvil y seguramente esta tendencia seguirá en el próximo futuro; aunque algún día, sin duda dejará de crecer.

El crecimiento normal del tránsito puede ser estimado dibujando la curva del total de kilómetros recorridos por los vehículos en los años pasados y proyectándola al año de diseño. También puede hacerse dibujando por separado las curvas del crecimiento de la población, del número de vehículos por habitante y del promedio de kilómetros recorridos por vehículo basado en el consumo de gasolina. El producto de los tres valores obtenidos al proyectar las tres curvas anteriores al año de diseño da el total de kilómetros a recorrer por todos los vehículos del país en ese año. Dividiendo este último dato por el número de kilómetros recorridos por los vehículos existentes en el país en el presente se tiene el factor de crecimiento, que multiplicado por el tránsito actual da el tránsito estimado para ese año.

$$\text{Factor (km)} = \text{hab} \times \frac{\text{veh}}{\text{hab}} \times \frac{\text{km}}{\text{veh}}$$

$$\text{Tránsito futuro} = \text{Tránsito actual} \times \text{Factor}$$

### 2.3.6. Niveles de servicio y volúmenes de servicio

Nivel de servicio y parámetros que lo describen. Se define el nivel de servicio de un sector de una carretera de dos carriles como la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que se refleja en grado de satisfacción o contrariedad que experimentan éstos al usar la vía. Se establecieron dos medidas de efectividad que reflejan esa calidad de servicio, siendo la principal la velocidad media de los vehículos que transitan por la carretera, y como medida auxiliar la relación entre el volumen que circula y la capacidad.

La velocidad media describe el grado de movilidad, mientras que la relación volumen/capacidad permite vigilar la proximidad a la congestión.

- **Nivel de servicio A.** Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona. Velocidades de operación de 95 K/h o mayores. El 75% de las maniobras de adelanto pueden hacerse sin ninguna demora. Bajo condiciones ideales puede lograrse un volumen de servicio de 400 vehículos por hora, en los dos sentidos.

- **Nivel de servicio B.** Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno. Velocidades de operación de 80 K/h o mayores. El volumen del servicio puede llegar al 45% de la capacidad, unos 900 vehículos P por hora cuando las condiciones son ideales y las distancias de visibilidad de adelanto son continuas.

- **Nivel de servicio C.** Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos, deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Se obtienen velocidades de operación de 65 K/h o mayores con volumen de servicio, bajo condiciones ideales, del 70% de la capacidad.

- **Nivel de servicio D.** El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente. Bajo condiciones ideales el volumen de servicio es cercano al 85% de la capacidad.

- **Nivel de servicio E.** Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad. El volumen de servicio en condiciones ideales en los dos sentidos es de los 2000 vehículos por hora. El nivel E puede no ser obtenido nunca en una vía. La operación puede pasar directamente del nivel D al F.

- **Nivel de servicio F.** Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el

movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente. El volumen de servicio es inferior a los 2000 vehículos por hora en los dos sentidos.

### 2.3.7. Marco legal

Nos regimos al Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG – 2014

### 2.3.8. Diseño geométrico

Cárdenas (2013), de una manera general una carretera se puede concebir como un sistema que logra integrar beneficios, conveniencia, satisfacción y seguridad a sus usuarios; que conserva, aumenta y mejora los recursos naturales de la tierra, el agua y el aire; y que colabora en el logro de los objetivos del desarrollo regional, agrícola, industrial, comercial, residencial, recreacional y de salud pública.

Espinoza (2012), las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del arcén. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, acuerdos verticales más extendidos o peraltes más inclinados. Al aumentar estos parámetros la carretera se ajustará menos al terreno, lo que encarece la carretera.

El dato más importante para el diseño es la velocidad de proyecto, que es a la máxima velocidad para circular con comodidad y seguridad.

En este contexto hace varios años se viene dando el cambio continuo de la normativa del diseño geométrico, a veces es anual y en otras ocasiones por varios años no se cambia la normativa del diseño, el cual se aplica en todo, pero, hoy en día tenemos el DG 2018, el cual fue aprobado el 31 de Enero del 2018, en donde no se sabe hasta cuándo será su tiempo y uso en el diseño geométrico en carreteras.

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

- La planta donde se fijan las alineaciones horizontales
- El perfil longitudinal donde se fijan las alineaciones verticales
- El perfil transversal donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

Tabla 2 : Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG- 2014

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. EQUIPOS Y MATERIALES

##### 3.1.1. Equipos

- Estación Total TRIMBLE S3 2”
- Cronometro RESEE
- Cámara Digital Canon Powershot G7X

##### 3.1.2. Materiales

- Bastones para banderilla
- Banderillas de color fosforescente
- Cuadernillos de apunte
- Útiles de escritorio

##### 3.1.3. Herramientas informáticas

- AutoCAD Civil 3D 2017
- Office 2015
- Microsoft Excel 2016
- Microsoft Word 2016
- SPSS v25

#### 3.2. DESARROLLO METOLOGICO

##### 3.2.1. Método de la investigación

###### **Diseños de la investigación**

El diseño de la investigación es observable – transversal

###### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación Descriptiva - Cuantitativa, por utilizar un conocimiento pre existente.

### Ámbito de estudio

El área de estudio se encuentra en la comunidad Huerta Huaraya en donde la vía de acceso es desde la capital de la región Puno, hacia el área de intervención del proyecto se muestra en el presente cuadro.

Tabla 3: Vía de acceso de capital de departamento hacia la zona de tesis

<b>Tramo</b>	<b>Tipo carretera</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo de Recorrido</b>	<b>Frecuencia</b>
Puno – Huerta Huaraya	Asfaltado	10 km	0 hras 15 min.	Permanente
<b>Total</b>		10	0 hras 15 min	.....

Fuente: Línea de base de Indicadores Operativos Sociales - OTS Puno.

Condiciones del lugar:

DATUM: World Geodesic System, Datum 1984-WGS84.

PROYECCIÓN: Universal Transversal Mercator (UTM).

SISTEMA DE COORDENADAS: Planas.

ZONA UTM: 19 Sur.

CUADRICULA: L

CARTA NACIONAL DEL IGN: NOMBRE: PUNO, 7

CÓDIGO: ZONA Y CUADRICULA: 19L,

FUENTE: IGN

Temperatura promedio: 15°C

Elevación: 3870.00 m.s.n.m.

Latitud: -15.793177°

Longitud: -70.034478°

Extensión: 1km (Km 1350+244 – 1351+244)

### 3.2.2. Población y muestra de estudio

#### 3.2.2.1. Metodología para el primer objetivo

- **Recopilación de la información;** para poder obtener datos de campo, para el método directo, que vendría a ser las mediciones de los vehículos en condiciones reales con cronometro en un 1km, se solicitó los planos de Post Construcción de la carretera existente a la empresa Construcción y Administración S. A. CASA y a la empresa Supervisora Consorcio Vial del Sur COVISUR, para así ubicar el punto de inicio y el punto final en donde se midió el tiempo que cada unidad vehicular toma su tiempo de recorrido.
- **Planeamiento;** en esta etapa se revisó los planos de post construcción, ubicando la zona de investigación mediante coordenadas y replanteadas en campo, del mismo modo se realizó una inspección visual de todo el terreno (zona de estudio), esto nos sirvió para la planificación del trabajo, permitiéndonos ubicar estratégicamente los lugares en donde se ubicarán las banderillas y la ubicación de cada colaborador.



Figura 1: Imagen satelital de la zona de proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

- **Reconocimiento;** en esta etapa se estableció la ubicación de las banderillas en puntos estratégicos, tales como punto de pre inicio, inicio, final y post final, para poder obtener tiempo, distancia y calcular la velocidad que se traslada cada unidad vehicular; , del mismo modo se realizó una inspección visual de todo el terreno (zona de estudio) recorrido de reconocimiento a pie, esto nos sirvió para la planificación del trabajo, permitiéndonos ubicar estratégicamente los lugares en donde se ubicaran las banderillas y la ubicación de cada colaborador.



Figura 2: Posiciones de la zona de trabajo

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Procedimiento de la investigación

**Primero:** se ha solicitado los planos de Post Construcción de la carretera existente a la empresa Construcción y Administración S. A. CASA y a la empresa Supervisora Consorcio Vial del Sur COVISUR.

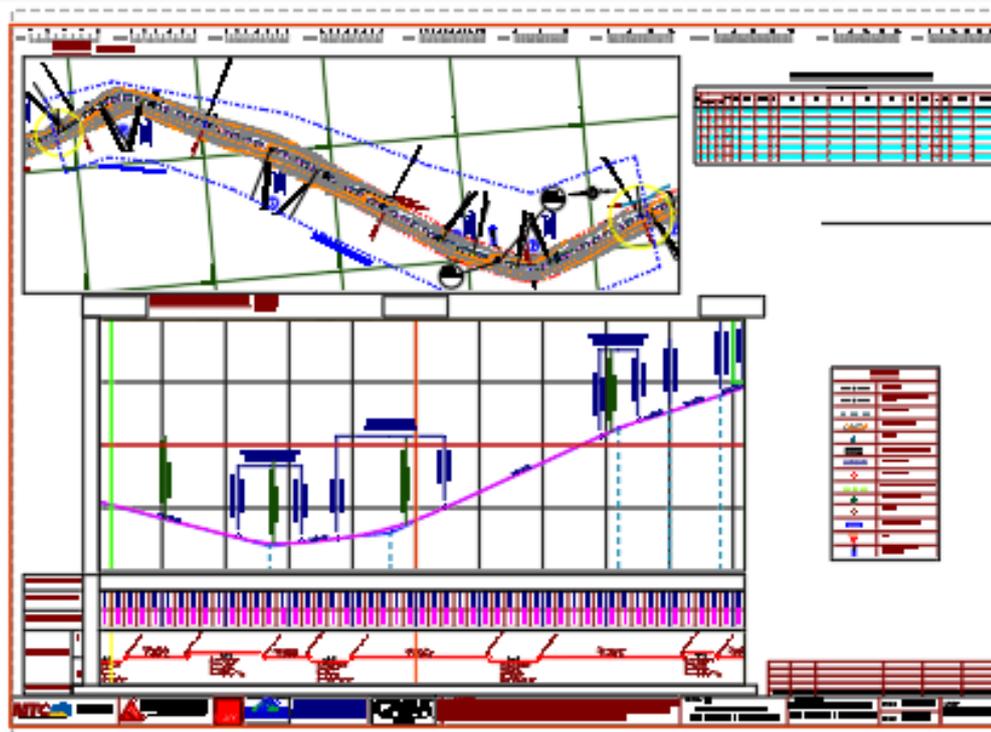


Figura 3: Plano Post Construcción de la zona de investigación.

Fuente: Construcción y Administración S.A. CASA

**Segundo:** a partir de los puntos ubicados, pre inicio, inicio, final y post final, replanteados en campo se procedió a instalar las respectivas banderillas para tener una mejor visualización de inicio y final de la zona de la investigación.



Figura 4: Ubicación de la banderilla en el punto inicio.

Fuente: Elaboración Propia

**Tercero:** antes de iniciar con la medición del tiempo, se instaló una cámara para poder grabar todo el recorrido que realiza, como también la sincronización de cada cronometro para así tener buenos datos de campo.

**Cuarto:** se inició a realizar las mediciones de tiempo de recorrido en una distancia de 1 km, lo cual se realizó con un cronometro y seguidamente registrado en la libreta de campo.



Figura 5: Toma de datos en campo – control de tiempo.

Fuente: Elaboración Propia

**Quinto:** obtenido los datos de campo se prosiguió a procesar los datos para determinar las velocidades en las que se desplazan cada unidad vehicular tales como: Automóviles, camionetas, combis, coaster (min bus), camión, camión de carga (trailers).

## Cálculos De Velocidades Según Tipo Vehicular

Tabla 4: Cálculo de velocidades vehículo combis.

N° Veh.	Tiempo	Dist.	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	52.05	1000	19.2122959	69.16
<b>Veh. 2</b>	50.19	1000	19.9242877	71.73
<b>Veh. 3</b>	49.58	1000	20.1694232	72.61
<b>Veh. 4</b>	70.87	1000	14.1103429	50.80
<b>Veh. 5</b>	63.66	1000	15.7084511	56.55
<b>Veh. 6</b>	59.1	1000	16.9204738	60.91
<b>Veh. 7</b>	62.39	1000	16.0282096	57.70
<b>Veh. 8</b>	51.84	1000	19.2901235	69.44
<b>Veh. 9</b>	72.84	1000	13.7287205	49.42
<b>Veh. 10</b>	51.84	1000	19.2901235	69.44

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 5: Cálculo de velocidades vehículo camionetas

N° Veh.	Tiempo seg	Dist. Mts	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	79.56	1000	12.5691302	45.25
<b>Veh. 2</b>	57.06	1000	17.5254118	63.09
<b>Veh. 3</b>	58.32	1000	17.1467764	61.73
<b>Veh. 4</b>	54.31	1000	18.4128153	66.29
<b>Veh. 5</b>	77.09	1000	12.9718511	46.70
<b>Veh. 6</b>	55.84	1000	17.9083095	64.47
<b>Veh. 7</b>	78.98	1000	12.6614333	45.58
<b>Veh. 8</b>	59.21	1000	16.889039	60.80
<b>Veh. 9</b>	79.2	1000	12.6262626	45.45
<b>Veh. 10</b>	59.32	1000	16.8577208	60.69

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 6: Calculo de velocidades vehículo autos

N° Veh.	Tiempo seg	Dist. Mts	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	59.05	1000	16.934801	60.97
<b>Veh. 2</b>	48.77	1000	20.5044084	73.82
<b>Veh. 3</b>	60.15	1000	16.6251039	59.85
<b>Veh. 4</b>	49.7	1000	20.1207243	72.43
<b>Veh. 5</b>	71.24	1000	14.0370578	50.53
<b>Veh. 6</b>	71.61	1000	13.9645301	50.27
<b>Veh. 7</b>	52.2	1000	19.1570881	68.97
<b>Veh. 8</b>	53.79	1000	18.5908161	66.93
<b>Veh. 9</b>	70.09	1000	14.2673705	51.36
<b>Veh. 10</b>	71.32	1000	14.0213124	50.48

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 7: Calculo de velocidades vehículo coaster o mini buses

N° Veh.	Tiempo seg	Dist. Mts	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	57.15	1000	17.497813	62.99
<b>Veh. 2</b>	48.36	1000	20.678246	74.44
<b>Veh. 3</b>	45.8	1000	21.834061	78.60
<b>Veh. 4</b>	45.13	1000	22.15821	79.77
<b>Veh. 5</b>	50.9	1000	19.646365	70.73
<b>Veh. 6</b>	49.65	1000	20.140987	72.51
<b>Veh. 7</b>	50.53	1000	19.790224	71.24
<b>Veh. 8</b>	51.09	1000	19.573302	70.46
<b>Veh. 9</b>	50.17	1000	19.93223	71.76
<b>Veh. 10</b>	56.51	1000	17.695983	63.71

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 8: Calculo de velocidades vehículo camiones

N° Veh.	Tiempo seg	Dist. Mts	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	73.79	1000	13.551972	48.79
<b>Veh. 2</b>	72.99	1000	13.700507	49.32
<b>Veh. 3</b>	56.94	1000	17.562346	63.22
<b>Veh. 4</b>	73.15	1000	13.67054	49.21
<b>Veh. 5</b>	73.66	1000	13.575889	48.87
<b>Veh. 6</b>	67.99	1000	14.708045	52.95
<b>Veh. 7</b>	69	1000	14.492754	52.17
<b>Veh. 8</b>	86.48	1000	11.563367	41.63
<b>Veh. 9</b>	87.84	1000	11.384335	40.98
<b>Veh. 10</b>	68.7	1000	14.556041	52.40

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 8: Calculo de velocidades vehículo camiones de carga

N° Veh.	Tiempo seg	Dist. Mts	Vel. m/s	km/hora
<b>Veh. 1</b>	54.9	1000	18.2149362	65.57
<b>Veh. 2</b>	63.8	1000	15.6739812	56.43
<b>Veh. 3</b>	64.2	1000	15.576324	56.07
<b>Veh. 4</b>	61.84	1000	16.1707633	58.21
<b>Veh. 5</b>	62.73	1000	15.9413359	57.39
<b>Veh. 6</b>	97.43	1000	10.2637791	36.95
<b>Veh. 7</b>	112.63	1000	8.87862914	31.96
<b>Veh. 8</b>	70.86	1000	14.1123342	50.80
<b>Veh. 9</b>	65.03	1000	15.3775181	55.36
<b>Veh. 10</b>	67.23	1000	14.8743121	53.55

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 9: Tipos de vehículos y cantidad de lecturas, velocidades medias calculadas mts/seg.

<b>Numero</b>	<b>combis</b>	<b>camioneta</b>	<b>Autos</b>	<b>buses</b>	<b>Camiones</b>	<b>Tráiler</b>
<b>10</b>	17.43824516	15.556875	16.8223213	19.8947421	19.8947421	16.3154681

Fuente: Elaboracion propia

Se procedió a realizar el conteo vehicular como también se realizó, el control de los tiempos que realiza cada modelo vehicular, mediante una cámara fotográfica y como también en ínsita con apoyo del personal.

Se realizó el cálculo de velocidad de acuerdo a su tiempo de recorrido, de cada modelo de vehículo como se aprecia en los cuadros anteriores que se muestran líneas arriba.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA

En el tipo de investigación que se emplea es la investigación transversal con prueba de significancia 95% de probabilidad en la comparación de método de ajuste con análisis de medias T de student Para una sola muestra.

#### 4.1.1. Hipótesis estadística

$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$ , cuando los residuos son iguales a 0 la hipótesis es nula

$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ , cuando los residuos son menores a 1 la hipótesis es alterna

#### 4.1.2. Análisis Estadística

Para la verificación del objetivo propuesto se ha establecido una comparación de medias de poblaciones normales independientes con una varianza desconocida

La distribución T-student es la distribución de probabilidad del cociente

$$T = \frac{Z}{\sqrt{V/v}} = Z \sqrt{\frac{v}{V}}$$

donde

- $Z$  es una variable aleatoria distribuida según una normal típica (de media nula y varianza 1).
- $V$  es una variable continua que sigue una distribución  $\chi^2$  con grados de libertad.
- $Z$  y  $V$  son independientes

#### 4.1.3. Análisis de Muestra

$v$  y  $V$ : se hizo análisis de medias de residuos con mediciones de tiempo en in-situ utilizando el cronometro.

#### 4.1.4. Variable Independiente

La variable independiente es el cuadro de Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía, según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG- 2014

#### 4.1.5. Variable Dependiente

La variable independiente es la diferencia de los residuos de velocidades en cada tipo de vehículo que se analiza como: combis, camioneta, automóviles, coaster (mini buses), camiones y camiones de carga (trailers).

### 4.2. ÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 4.2.1. Para el objetivo

Existe diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

##### 4.2.1.1. Hipótesis

- Ho: **Existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.
- H1: **No Existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

##### 4.2.1.2. Normalidad

- P-valor  $\Rightarrow \alpha$  aceptar Ho = los datos provienen de una distribución normal
- P-valor  $< \alpha$  aceptar H1 = los datos No provienen de una distribución normal

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de COMBIS es normal con la media 62,77768257 y la desviación estándar 8,796.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,043 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

Figura 6: Prueba de normalidad para combis

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CAMIONETA es normal con la media 56,00475003 y la desviación estándar 8,991.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,012 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

Figura 7: Prueba de normalidad para camionetas.

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de AUTOMOVILE es normal con la media 60,56035662 y la desviación estándar 9,552.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,135 <sup>1</sup>	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,0

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

Figura 8: Prueba de normalidad para automóviles.

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de COASTER es normal con la media 71,621071713 y la desviación estándar 5,409.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,200 <sup>1,2</sup>	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,0:

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

<sup>2</sup>Se trata de un límite inferior de la significancia real.

Figura 9: Prueba de normalidad para coaster.

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CAMIONES es normal con la media 51,884103073 y la desviación estándar 6,343.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,001 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

Figura 10: Prueba de normalidad para camiones.

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CAMION DE CARGA es normal con la media 58,73568521 y la desviación estándar 3,913.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,041 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

Figura 11: Prueba de normalidad para camión de carga.

Fuente: Software estadístico SPSS v.25

**4.2.1.3. P – valor de la prueba T student de pruebas independientes**

**PARA LAS COMBIS**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_1$ ).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_0$ ).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMBIS	10	62,7776825670	8,79608060500	2,78156491942

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 60						
t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
	l			Inferior	Superior	
COMBIS	,999	9	,344	,77768256700	-3,5146544393	9,0700195733

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.344  $>$   $\alpha=0.05$ , (se acepta  $H_0$ ).

**PARA LAS CAMIONETAS**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_1$ ).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_0$ ).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CAMIONETAS	10	56,00475002	8,99091244	2,84317615

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>					
Valor de prueba = 60					
	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
CAMIONET AS	1,405	,1949	-3,99524997	-10,42696128	2,4364613398

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.194 >  $\alpha=0.05$ , (se acepta Ho).

**PARA LOS AUTOMÓVILES**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza Ho, (se acepta H1).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza Ho, (se acepta Ho).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
AUTOMOVILES	10	60,5603566160	9,55229942346	3,02070230700

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>					
Valor de prueba = 60					
	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
AUTOMOVILES	,19	,8579	,560356616	-6,27294674	7,39365997

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.857 >  $\alpha=0.05$ , (se acepta Ho).

**PARA LAS COASTER (MINI BUSES)**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_1$ ).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_0$ ).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COASTER	10	71,6210717090	5,40878153517	1,71040690174

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 60						
t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	
COATER	6,79	9	,000	11,621071709	7,75186248	15,490280933
R	4					

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000  $\leq \alpha = 0.05$ , (se acepta  $H_1$ ).

**PARA LOS CAMIONES**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_1$ ).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ , (se acepta  $H_0$ ).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CAMIONES	5	51,8841030720	6,34340961346	2,83685902097

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>					
Valor de prueba = 60					
t	g l	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
CAMIONES	-2,8641	,046	-8,115896928	-15,99228027	-,239513585

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.046 <math>\leq \alpha = 0.05</math>, (se acepta H1).

**PARA LOS CAMION DE CARGA (TRAILERS)**

- P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza Ho, (se acepta H1).
- P-valor  $> \alpha$ , no se rechaza Ho, (se acepta Ho).

<b>Estadísticas para una muestra</b>				
	N	Media	Desv.	Desv.
			Desviación	Error promedio
CAMION DE CARGA	5	58,7356852120	3,91338923504	1,75012087039

Fuente: Elaboración propia

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 60						
t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	
CAMION DE CARGA	-,722	4	,510	-1,264314788	-6,12342931	3,59479973

Fuente: Elaboración propia

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.510 >  $\alpha = 0.05$ , (se acepta Ho).

### 4.3. DISCUSIÓN

**Existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014. las unidades vehiculares como combis, camionetas, automóviles y camiones de carga (trailers), recorren a velocidades superiores las que indica la norma DG 2014, Y con los vehículos tales como; las coaster (mini bus) y camiones. **No Existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Figura 12: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG- 2014

Tabla 10: Resumen de la prueba t-student.

<b>Prueba para una muestra</b>					
Valor de prueba = 60					
	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
COMBIS	,999	,344	2,777682567	-3,51465443	9,07001957
CAMIONETAS	1,405	,194	-3,995249972	-10,42696128	2,43646133
AUTOMOVILES	186	,857	,560356616	-6,27294674	7,39365997
COASTER	6,794	,000	11,621071709	7,75186248	15,49028093
CAMIONES	2,861	,046	-8,115896928	-15,99228027	-,23951358
CAMION DE CARGA	,722	,510	-1,264314788	-6,12342931	3,59479973

Fuente: Elaboración propia.

## V. CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación realizado se llegó a las siguientes conclusiones:

Los datos obtenidos en campo y luego procesados con la ayuda del software estadístico SPSS en oficina se concluyeron que para las unidades vehiculares como; combis, camionetas, automóviles y camiones de carga (trailers), **existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014. Es decir que los tipos de vehículos mencionados líneas arriba recorren a velocidades superiores las que indica la norma DG 2014. Y para los vehículos tales como; las coaster (mini bus) y camiones, **no existe** diferencia significativa entre las velocidades de vehículos en marcha en condiciones reales, en el km 1350+000 al 1351+000, ruta Puno – Juliaca, sector Huerta Huaraya, con las velocidades de la norma DG 2014.

## VI. RECOMENDACIONES

Con el presente trabajo de investigación podemos realizar las siguientes recomendaciones.

Con la experiencia lograda en campo y oficina se recomienda, que al realizar este tipo de trabajos se utilice equipos sofisticados como un CINEMOMETRO, con el cual podrá calcularse con mayor efectividad y exactitud las velocidades que circulan todos los vehículos a tiempo real, de esa manera se trabajaría con el método indirecto.

Se recomienda realizar el trabajo en coordinación con el MTC, porque no todos los tipos de vehículos pueden ir a las velocidades que actualmente circulan hoy en día, la otra alternativa sería que se haga una concientización con respecto a la cultura del transporte, para así que se puedan trasladar a velocidades de acuerdo al diseño existente de la vía y reducir los accidentes de tránsito que son muy frecuentes en esta zona denominada la curva del diablo.

**VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Agudelo Ospina, J. J. (2002) *Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano*. Colombia
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* 2° Edición Bogotá. Colombia
- Correo. (27 de diciembre de 2015). Puno: *Camión se despistó en la "Curva del Diablo" y dejó tres heridos*. Correo, págs. 08.
- Espinoza (2012) *Topografía docente*. Obtenido de <http://topografiadocente.over-blog.es>
- Grosser y cols. (1989) *Manual de Alto Rendimiento Deportivo*, Edit .Martinez Roca
- Híjar Medina, M. C., Carrillo Ordaz, C. E., Flores Aldana, M. E., Anaya, R., & López López, V. (1999). *Factores de riesgo de lesión por accidentes de tráfico y el impacto de una intervención sobre la carretera*. Revista de Saúde Pública, 33(5), 540-512.
- Los Andes. (01 de abril de 2011). *15 soldados de Puno salvaron de morir en la "Curva del Diablo"*. Los Andes. Obtenido en <http://www.losandes.com.pe/Policial/20110401/48130.html>.
- Los Andes. (21 de diciembre de 2013). *Velan a chofer muerto en accidente de la Curva del Diablo*. Los Andes. Obtenido en <http://losandes.com.pe/Policial/20131221/77280.html>.
- MTC. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (Vol. 1)*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC-DG. (2014). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico (Vol. 1)*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Noticias, R. (19 de diciembre de 2013). Puno: *un muerto en accidente en la 'Curva del Diablo'*. RPP Noticias, Obtenido en <http://rpp.pe/peru/actualidad/puno-un-muerto-en-accidente-en-la-curva-del-diablo-noticia-656383>.

Ortiz (2004) *Potencia, velocidad y movilidad*. Edit. INDE

Polanco, (2016) *Tipos de velocidades Aplicación y Clasificación*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/326080245/La-Velocidad-Se-Ha-Convertido-en-Uno-de-Los-Principales-Indicadores-Utilizado-Para-Medir-La-Calidad-de-La-Operacion-a-Traves-de-Un-Sistema-de-Transpor>

Romana García, M. (1994). *Evaluación Práctica de niveles de servicio de carreteras convencionales de dos carriles en España*. España: Departamento de Ingeniería Civil y Transportes.

Soto Cabezas, M. G., Arroyo Hernández, C. H., & Oyola García, E. A. (2008). *Accidentes de Tránsito en la Región Ica, 2000-2004*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 25(2), 263-264.

Wong, P., Salazar, D., Bérninzon, L., Rodríguez, A., Salazar, M., Valderrama, H., . . . Fuentes, I. (2009). *Caracterización de los accidentes de tránsito en la región Callao-Perú, 1996–2004*. Revista Peruana de Epidemiología, 13(3), 1-9.

## ANEXOS

- Plano de ubicación del proyecto
- Plano planta y perfil – replanteo km 1350+000 - km 1351+000