

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO DE RAMPA DE FRENADO SEGÚN NORMA  
AASHTO 2011 PARA LA REDUCCIÓN DE  
VELOCIDAD EN LA CARRETERA CENTRAL  
MARGEN DERECHA**

**Línea de investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo.

**PRESENTADO POR:**

Bach. MARLON GIOVANNI VALENCIA PARRAGA.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

**Asesor**

### **Dedicatoria**

- A mi creador por la oportunidad dada en esta vida y la oportunidad de llegar a ser profesional.

Bach. Marlon Giovanni Valencia Párraga.

## **Agradecimiento**

A Dios por la vida, a mis Docentes por los conocimientos impartidos en las aulas y a mi familia por el apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Bach. Marlon Giovanni Valencia Párraga.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA  
**Presidente**

---

MSc. JORGE SANTIAGO LOPEZ YARANGO  
**Jurado**

---

Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES  
**Jurado**

---

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA  
**Jurado**

---

Mg. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES  
**Secretario docente**

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>16</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación	17
1.3.1. Práctica o social	17
1.3.2. Metodológica	18
1.4. Delimitaciones	18
1.4.1. Espacial	18
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica	19
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Pista de emergencia	24
2.2.2. Tipos de pistas de emergencia	26
2.2.3. Ubicación de rampa de frenado	28
	vi

2.2.4. Diseño de rampa de frenado	29
2.2.5. Señalización de rampa de frenado	34
2.2.6. Mantenimiento de la rampa de frenado	37
2.3. Definición de términos	37
2.4. Hipótesis	38
2.4.1. Hipótesis general	38
2.4.2. Hipótesis específica	38
2.5. Variables	39
2.5.1. Definición conceptual de la variable	39
2.5.2. Definición operacional de la variable	39
2.5.3. Operacionalización de la variable	40
<b>CAPITULO III</b>	<b>41</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>41</b>
3.1. Método de investigación	41
3.2. Tipo de investigación	41
3.3. Nivel de investigación	42
3.4. Diseño de investigación	42
3.5. Población y muestra	42
3.5.1. Población	42
3.5.2. Muestra	42
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.6.1. Técnicas	43
3.6.2. Instrumentos	44
3.7. Procesamiento de la información	44
3.8. Técnicas y análisis de datos	44
3.8.1. Organización de los datos	44
3.8.2. Análisis de datos	45
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>46</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>
4.1. Ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO	46
4.1.1. Índice medio anual	46
4.1.2. Número de accidentes	48

4.1.3. Pendiente	53
4.2. Características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO	53
4.2.1. Acceso	53
4.2.2. Ancho	54
4.2.3. Longitud	54
4.2.4. Espesor	57
4.2.5. Material	57
4.2.6. Drenaje y subdrenaje	58
4.3. Seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO	60
4.3.1. Preseñalización	60
4.3.2. Señal de dirección	61
4.3.3. Señal de ingreso a la rampa de emergencia.	61
4.3.4. Demarcación	61
4.3.5. Delineación de la rampa	62
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>63</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>63</b>
5.1. Ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO	63
5.2. Características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO	65
5.3. Seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO	67
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>
<b>Anexo N° 01: Matriz de consistencia</b>	<b>75</b>
<b>Anexo N° 02: Conteo vehicular</b>	<b>77</b>
<b>Anexo N° 03: Ficha de medición de velocidad</b>	<b>85</b>
<b>Anexo N° 04: Puntos del levantamiento topográfico</b>	<b>87</b>
<b>Anexo N° 05: Ensayos</b>	<b>89</b>
<b>Anexo N° 06: Panel fotográfico</b>	<b>93</b>
<b>Anexo N° 07: Planos</b>	<b>98</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia a la rodadura (R).	30
Tabla 2. Características del material del lecho de frenado.	32
Tabla 3. Operacionalización de las variables.	40
Tabla 4. Índice medio diario en el tramo de estudio.	46
Tabla 5. Índice medio anual por tipo de vehículo en el área de estudio.	47
Tabla 6. Número de accidentes de tránsito por año en la zona de estudio.	48
Tabla 7. Número de accidentes por distrito.	49
Tabla 8. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio.	50
Tabla 9. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio según tramo de vía.	51
Tabla 10. Tipo de accidente de tránsito en la zona de estudio.	52
Tabla 11. Velocidad promedio por tipo de vehículo.	54
Tabla 12. Área servida por la rampa de frenado.	58
Tabla 13. Conteo vehicular día 1.	78
Tabla 14. Conteo vehicular día 2.	79
Tabla 15. Conteo vehicular día 3.	80
Tabla 16. Conteo vehicular día 4.	81
Tabla 17. Conteo vehicular día 5.	82
Tabla 18. Conteo vehicular día 6.	83
Tabla 19. Conteo vehicular día 7.	84
Tabla 20. Puntos del levantamiento topográfico.	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, carretera centran margen derecha.	19
Figura 2. Fuerzas que actúan sobre un vehículo en movimiento.	25
Figura 3. Tipos de pistas de emergencia.	26
Figura 4. Diseños básicos de rampas de frenado.	26
Figura 5. Corte transversal y longitudinal de rampa de frenado con montículo.	31
Figura 6. Corte transversal y longitudinal de rampa de frenado con grado descendente, horizontal o ascendente.	31
Figura 7. Requisitos de granulometría del lecho de frenado.	32
Figura 8. Requisitos de granulometría del lecho de frenado.	34
Figura 9. Elementos de seguridad en rampas de frenado.	34
Figura 10. Elementos de seguridad en rampas de frenado.	35
Figura 11 y Figura 12. Preseñalización de la rampa de frenado.	35
Figura 13. Señal de ingreso a la rampa de frenado.	36
Figura 14. Demarcación antes del lecho de frenado.	36
Figura 15. Señal informativa en la rampa de frenado.	36
Figura 16. Delineadores en la rampa de frenado.	37
Figura 17. Variación del IMD diario.	47
Figura 18. Índice medio anual en el área de estudio.	48
Figura 19. Número de accidentes de tránsito por año en la zona de estudio.	49
Figura 20. Número de accidentes por distrito.	50
Figura 21. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio.	51
Figura 22. Lugar de ocurrencia los accidentes de tránsito en la zona de estudio según tramo de vía.	52
Figura 23. Tipo de accidente de tránsito en la zona de estudio.	53
Figura 24. Velocidad promedio por tipo de vehículo.	56
Figura 25. Cálculo de tubería para el colector longitudinal.	59

Figura 26. Cálculo de tubería para el colector transversal.	60
Figura 27 y Figura 28. Preseñalización de la rampa de frenado.	61
Figura 29. Señal de ingreso a la rampa de frenado.	61
Figura 30. Demarcación antes del lecho de frenado.	62
Figura 31. Señal informativa en la rampa de frenado.	62
Figura 32. Delineadores en la rampa de frenado.	62

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?, como objetivo general: Diseñar la rampa de frenado según la norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha; y la hipótesis general que se contrastó fue: El diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, dependerá de las características topográficas y ocurrencia de accidentes.

El método general de investigación fue el científico, el tipo fue aplicada de nivel descriptivo y de diseño no experimental. La población correspondió a la carretera central desde la provincia de Jauja a Huancayo, 39.8 km y la muestra de acuerdo al tipo de muestreo intencional o dirigido, correspondió al sector del km 94 y 95 del distrito de Sincos.

Como conclusión principal se obtuvo que, se realizó el diseño de la rampa de frenado; con un acceso adyacente a la carretera central de 50 m, inclinación horizontal de 5°, ancho de 19 m, longitud de 492.15 m, espesor de 1.00 m, el material utilizado para la cama de frenado fue grava suelta, drenaje y sub drenaje según la norma AASHTO 2011, acorde a las características topográficas y ocurrencia de accidentes en el km 94 y 95 en el distrito de Sincos.

**Palabras clave:** Diseño, rampa de frenado, reducción de velocidad.

## ABSTRACT

The general problem of this research was: What is the design of the braking ramp according to AASHTO 2011 standard for speed reduction in the central right margin road, as a general objective: To design the braking ramp according to AASHTO 2011 standard for speed reduction in the central right margin road; and the general hypothesis that was contrasted was: The design of the braking ramp according to AASHTO 2011 standard for speed reduction in the central right margin road, will depend on the topographic characteristics and accident occurrence.

The general research method was the scientific one, the type was applied of descriptive level and non-experimental design. The population corresponded to the central road from the province of Jauja to Huancayo, 39.8 km and the sample according to the type of intentional or directed sampling, corresponded to the sector of km 94 and 95 of the district of Sincos.

As main it was obtained that, the design of the braking ramp was concluded; with an adjacent access to the central road of 50 m, horizontal inclination of 5 °, width of 19 m, length of 492.15 m, thickness of 1.00 m, the material used for the braking bed was loose gravel, drainage and sub-drainage according to the AASHTO 2011 standard, according to the topographic characteristics and occurrence of accidents at km 94 and 95 in the district of Sincos.

**Keywords:** Design, braking ramp, speed reduction

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Diseño de rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha; surge de la problemática que se refleja en las altas tasas de accidentes de tránsito suscitadas por las características topográficas traduciéndose en condiciones inseguras para el tránsito de vehículos por los constantes cambios de velocidad (MTC, 2017). Por ello, la presente investigación consideró a la carretera central tramo de Jauja a Huancayo margen derecha para el planteamiento de una rampa de frenado, para lo cual en primera instancia se recolectó información concerniente al índice medio diario durante siete días, prosiguiendo con la identificación del número de accidentes de acuerdo al VI Censo Nacional de Comisarías 2017 (INEI, 2017), la determinación de la velocidad promedio por tipo de vehículo, continuando con el dimensionamiento de la rampa de frenado y cada uno de sus componentes tales como el acceso, el ancho, longitud, espesor, el material, el drenaje y subdrenaje; además, se consideró a fin de asegurar la seguridad en la rampa de frenado la señalización, considerando la preseñalización, la señal de dirección, la señal de ingreso a la rampa de emergencia, la demarcación y delineación de la rampa.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema general y específicos, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto generales como específicos.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y

muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Valencia Parraga, Marlon Giovanni.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad en la carretera Central margen derecha específicamente en el distrito de Sincos, los accidentes de tránsito se han incrementado, según el VI Censo Nacional de Comisarías 2017 (INEI, 2017) en el año 2016 y 2017 se reportó un total de 176 accidentes acorde a datos de las comisarías de Sincos, Orcotuna y Sicaya, donde el 91.48 % se dio en la carretera central desde Jauja a Huancayo margen derecha, lo cual representa un gran índice de este evento.

Situación por la cual, la presente investigación plantea el diseño de una pista de emergencia, específicamente la rampa de frenado en la carretera central tramo Jauja a Huancayo margen derecha, lo cual involucra la PE – 3S B tramos JU 837, JU 840, JU 842 y JU 889 de acuerdo a lo establecido por la AASHTO 2011 y el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017), la misma que permitirá la reducción de accidentes en la zona en mención.

Es así, que se da énfasis a lo establecido por el Manual de Seguridad Vial al igual que la norma A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (AASHTO, 2011), que buscan la reducción de los índices de



accidentabilidad vial a través de la mejora de las características físicas de los componentes de la infraestructura vial, tal como las pistas de emergencia como las rampas de frenado, que ante características topográficas accidentadas, desniveles continuos, que generan rutas con pendientes pronunciadas se traducen en condiciones inseguras para la circulación de vehículos, esto por los constantes cambios de velocidad (MTC, 2017).

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Dónde se ubicará la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?
- b) ¿Cuáles son las características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?
- c) ¿De qué manera garantizar la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica o social**

Con la presente investigación se pretende dar solución a la alta ocurrencia de accidentes en la margen derecha de la carretera central (desde la provincia de Jauja a Huancayo), para ello se

plantea una pista de emergencia con rampa de frenado entre el km 94 y km 95 cuyas características para la ubicación, diseño y seguridad van acorde a lo establecido por la norma A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (AASHTO, 2011) y el manual de seguridad vial (MTC, 2017).

### **1.3.2. Metodológica**

En la presente el investigador hará uso de metodologías propias para determinar; el conteo vehicular, determinación de velocidades de los vehículos, índice de accidentes, porcentaje de pendientes y los análisis de los estudios de mecánica de suelo de los agregados. Se realizó una compatibilización entre la norma A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (AASHTO, 2011), el manual de seguridad vial (MTC, 2017) y la norma mexicana NOM – 036 – SCT2 – 2016 (SCT, 2016); esto a fin de considerar cada uno de los detalles necesarios que debe contar una rampa de frenado; lo cual podrá ser de utilidad para otros investigadores que busquen desarrollar investigaciones similares en el campo de la seguridad vial.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se realizó en la margen derecha de la carretera central desde la provincia de Jauja, Concepción y Huancayo, en el departamento de Junín, a la que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona como PE – 3S B involucrando los tramos JU 837, JU 840, JU 842 y JU 889.

#### **Límites:**

- Por el norte: Distrito de Muqui y San Lorenzo
- Por el este: Rio Mantaro
- Por el sur: Distrito de Mito y Aco

- Por el oeste: Distrito de Canchayllo, Paceaña y Leonor Ordoñez

#### Ubicación Geográfica:

- Longitud: 75°23' 31.15"
- Altitud: 3300 msnm
- Latitud: 11°53'28.12
- UTM: 8685453, 457311

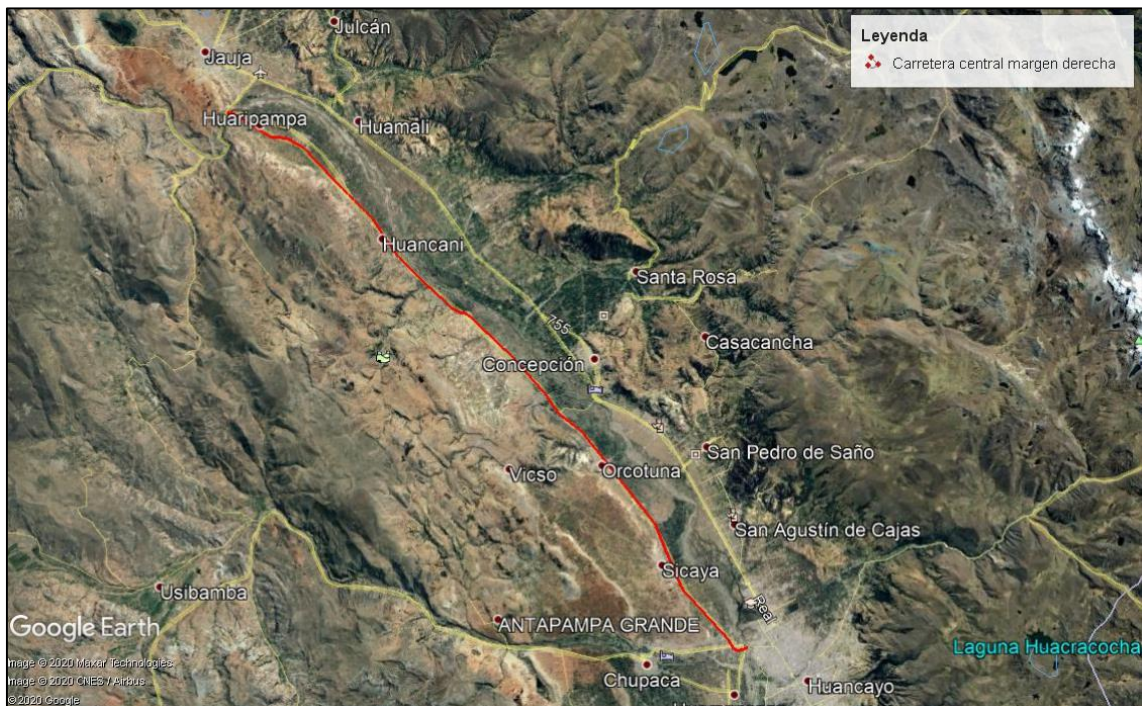


Figura 1. Ubicación del área de estudio, carretera central margen derecha.  
Fuente: Google Earth (2020).

#### 1.4.2. Temporal

La presente investigación se realizó durante los meses de enero hasta agosto de 2019.

#### 1.4.3. Económica

Para el desarrollo de esta investigación, todos los gastos fueron asumidos en su totalidad por el tesista, no contando con financiamiento externo.

## **1.5. Limitaciones**

No se cuenta con información actualizada del número de accidentes en la zona de estudio, recurriendo así a información del año 2017.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Diseñar la rampa de frenado según la norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- d) Determinar la ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha.
- e) Establecer las características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha.
- a) Determinar de qué manera garantizar la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera centra margen derecha.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Cotton de León (2016) en su tesis “Consideraciones de rampas para frenado de emergencia en carreteras”, planteó como objetivo establecer las consideraciones que se deben de tomar en cuenta para diseñar y construir rampas de frenado; para ello consideró ejecutar un estudio crítico sobre la clasificación vial en Guatemala; la cantidad de vehículos que circulan sobre las principales autopistas, el estado actual de las vías y las estadística de accidentes, muertes y lesiones en la zona de estudio. Además, consideró realizar una evaluación de las rampas de emergencia CA – 9 sur y RN – 10.

Como resultados obtuvo que, Guatemala es un país con un alto índice de accidentes, de los cuales cerca del 75 % se da debido a

las altas velocidades, por lo que el diseño de rampas de emergencia debe de considerar además de factores como rugosidad del lecho y la longitud del lecho, una adecuada señalización, pues es un factor que permite al conductor de un vehículo fuera de control analizar la situación.

Como conclusión estableció que el gobierno de Guatemala debe establecer un control mucho más estricto con el tráfico y mejorar la administración. Esto en función de las normativas vigentes, pues esto asegurará una mejor transitabilidad y seguridad en las vías del país.

Echaveguren y Vargas (2013) en su investigación "Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad", planteó como objetivo establecer una metodología que considere ubicar un lecho de frenado en una pendiente que desciende, para ello consideraron el perfil del sistema de frenados, el peso del vehículo y la geometría de la pendiente; además analizó y propuso fórmulas complementarias los propuestos el AASHTO -91.

Los resultados que obtuvieron dan a conocer que, un aumento del peso a las 45 toneladas de un vehículo sin que se considere una mejora en la potencia del motor y del sistema de frenado, tienen una gran dependencia en el reemplazo de las rampas de emergencia con lechos de frenado y pendientes descendientes; en este sentido, verificaron que los vehículos con cargas de 61 y 75 T requieren lechos de frenado para velocidades menores en 50 a 70 % que los camiones convencionales.

Como conclusión, establecieron que, los criterios propuestos por las normativas actuales, la cuales se basan en los índices geométricos, desconocen el efecto del desempeño mecánico de los caminos; por lo que los lechos de frenados son extensos cuando no es necesario.

Calderón y Palacios (2006) en su investigación “Propuesta de rampa de frenado para la autopista gran mariscal de Ayacucho tramo Petare - Guarenas, Edo. Miranda”, plantearon como objetivo principal proponer una solución que contribuya a disminuir los accidentes por fallas en el sistema de frenado de los vehículos; por lo que propusieron parámetros que se basan en la norma Venezolana y extranjera, esto permitió realizar el diseño geométrico de una rampa adaptada a las características de la zona de estudio.

Para el desarrollo de la investigación consideraron la recopilación de información bibliográfica de los datos estadísticos a la temática referente, concretaron entrevistas a peatones y conductores, con los que se pudieron establecer criterios de estudios no considerados en la planificación; además establecieron estudios técnicos al tramo de investigación como el levantamiento topográfico; y determinaron las principales características del tráfico en la zona de estudio mediante el análisis cinemático las y geométrico del sistema de frenado; también recomendaron el uso de un material adecuado para disipar de manera más eficiente las velocidades en los lechos de frenado.

Como resultados obtuvieron que, el 42 % de accidentes involucra a personas con graves lesiones o muertas, debido principalmente a fallas mecánicas en el sistema de frenado. Concluyendo finalmente que el diseño de un adecuado sistema de contención mediante rampas podría reducir la cantidad de víctimas a causa de los accidentes.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Cobeñas (2012) en su investigación “Sistemas de contención”, planteó como objetivo establecer diversas formas de asegurar la seguridad vial a los conductores y ocupantes de los vehículos; para así disminuir la cantidad de accidentes en las principales vías del

Perú, y ver su factibilidad de construcción dependiendo del caso. Para ello tomo en cuenta revisar y analizar: la guía federal Highway Administration (FHWA) propuesta por los Estados Unidos de Norteamérica; la norma europea EN 1317, la norma propuesta por la National Cooperative Highway Research Program y lo establecido por la normatividad peruana mediante la directiva N° 007-2008-MTC/02; para finalmente comparar un tramo de un kilómetro y verificar si se cumple con los estándares que se describen en las normas mencionadas.

Como resultados obtuvo que, en el tramo de estudio, todos los elementos de seguridad no tienen un adecuado sistema de contención, siendo peor en las zonas de despeje, la cual está colmada de elementos duros como bases de pórticos de anuncios; lo cual incrementa la posibilidad de ser impactado ante eventuales accidentes. También mostraron que la mayoría de los elementos duros en el tramo de prueba solo son colocados en un sentido de la vía, esto no es adecuado pues en épocas de verano, la vía es utilizada en ambos sentidos.

Finalmente, concluyó que, si bien existen normas extranjeras de las que se toman referencia para plasmarlos en una realidad local, es importante que estas modificaciones sean en función a la realidad de cada país para así y que no alteren la esencia de las mismas, pues solo así se logra obtener la seguridad de los usuarios.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Pista de emergencia**

Corresponde a una franja auxiliar conectada a la vía, la misma que es acondicionada a fin de disipar energía cinética de los vehículos que puedan perder el control por fallas mecánicas, la



cual permite que el vehículo desacelere de manera controlada y segura (SCT, 2016).

Tiene origen en la reacción permanente de los conductores frente a sucesos en la vía, los mismos que sintieron que es conveniente realizar una maniobra controlada al salir de la carretera a que perder el control; es así que, a partir de datos relativos de las características y velocidades de los camiones que ingresan a la pista de emergencia es dable determinar la longitud de estas pistas, la misma que se encuentra en función a la velocidad de ingreso, la inclinación y la resistencia de rodadura. Asimismo, es dable mencionar que, las fuerzas que actúan sobre el vehículo (Figura 2) en movimiento son ignoradas en el diseño, pues este se proyecta con el caso más desfavorable (MTC, 2017).

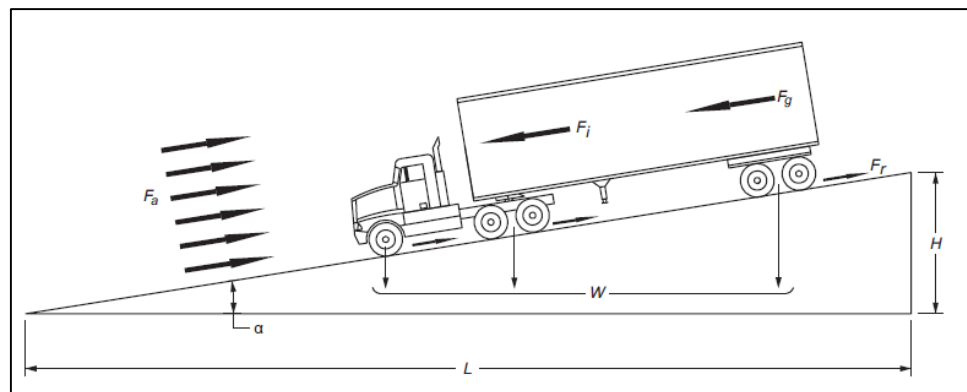


Figura 2. Fuerzas que actúan sobre un vehículo en movimiento.  
Fuente: AASHTO (2011).

Donde:

$F_a$  : resistencia al aire.

$F_i$  : resistencia inercial.

$F_g$  : resistencia al gradiente.

$W$  : masa bruta del vehículo.

$H$  : altura.

$L$  : longitud.

$\alpha$  : ángulo de inclinación.

## 2.2.2. Tipos de pistas de emergencia

De acuerdo a la AASHTO (2011) y en concordancia con el manual de Seguridad Vial (MTC, 2017), se tiene tres categorías para la identificación de pistas de emergencia:

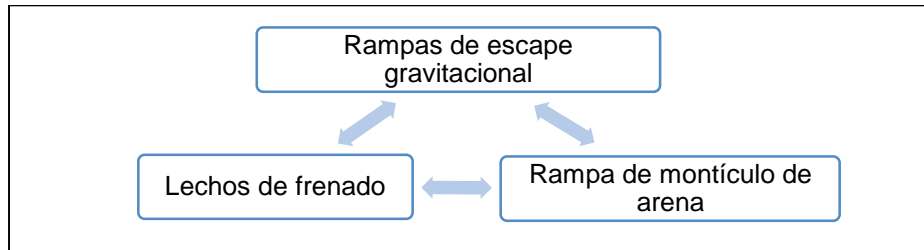


Figura 3. Tipos de pistas de emergencia.

Adicional a ello, las normativas mencionadas consideran que dentro de los tipos de emergencia se encuentra cuatro diseños básicos, siendo de grado descendente, grado horizontal, grado descendente y montículo de arena:

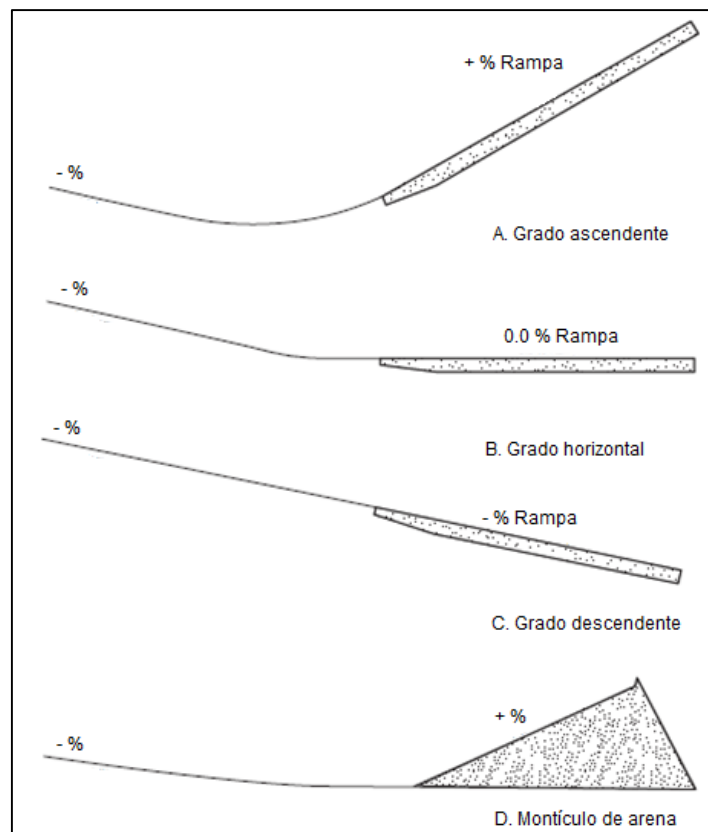


Figura 4. Diseños básicos de rampas de frenado.  
Fuente: AASHTO (2011).

**Rampa de escape gravitacional.** Presentan pavimento o material granular compactado densamente en la superficie, suelen ser largas, empinadas y están limitadas por los controles topográficos y los costos. Al detener el movimiento hacia adelante por acción de la gravedad, la superficie pavimentada no impide que el vehículo ruede hacia atrás por la pendiente de la rampa y se desplace sin un mecanismo de captura al no contar con un sistema de frenado. Por lo tanto, la rampa de escape gravitacional sólo debe ser utilizado en vías de poco tránsito con condiciones controladas (AASHTO, 2011; MTC, 2017).

**Rampa de montículos de arena.** Son compuestas de arena suelta que no sobrepasa los 1.2 m de longitud, donde la influencia de la gravedad depende directamente de la pendiente de la superficie y el aumento de la resistencia a la rodadura es proporcionada por la arena suelta. Los montículos de arena son los que otorgan las características de desaceleración pudiendo ser severas; no obstante, esta puede ser afectada por el clima. En cuanto a las características de desaceleración, el montículo de arena es menos deseable que el lecho de frenado, sin embargo, estos son apropiados en lugares donde no hay espacio suficiente para otro tipo de rampa debido a sus dimensiones compactas (AASHTO, 2011; MTC, 2017).

**Lechos de frenado.** Pueden ser construidas paralelas o adyacentes a la vía, están conformados por material granular suelto, el mismo que incrementa la resistencia al desplazamiento a medida que avanza el vehículo originando la detención final. Las rampas con grado descendente pueden ser bastante largas porque el efecto gravitatorio no actúa para ayudar a reducir la velocidad del vehículo y debe tener un camino de retorno claro y evidente hacia la autopista, a fin que los conductores que duden de la eficacia de la rampa sientan que podrán volver a la autopista a una velocidad reducida. Las rampas con grado horizontal, se basa en el aumento

de la resistencia a la rodadura del agregado suelto en un lecho de descarga para frenar y detener el vehículo fuera de control, ya que el efecto de la gravedad es mínimo; no obstante, este tipo de rampa es más larga a comparación de otra de grado ascendente. Es así, que la rampa de frenado más usada es la de grado ascendente, pues este tipo utilizan la resistencia al gradiente como ventaja al actuar de forma descendente, además de complementar los efectos del agregado del lecho de frenado que incrementa la resistencia a la rodadura y retiene al vehículo después de parar, reduciéndose de esta manera la longitud de la rampa necesaria para parar el vehículo (AASHTO, 2011; MTC, 2017).

### **2.2.3. Ubicación de rampa de frenado**

Según la AASHTO (2011), los factores que deben considerarse para la ubicación de una rampa de frenado son la topografía, la longitud, el grado de inclinación, la velocidad potencial, la economía, el impacto ambiental y la experiencia en el choque.

Asimismo, el Manual de seguridad vial MTC (2017), especifica los siguientes puntos para la ubicación de rampas de frenado:

- En un punto de la pendiente superior a 5 % a fin de interceptar la mayor cantidad de vehículos que se encontrasen fuera de control, debiendo estar antes del lugar donde se hayan registrado accidentes.
- Antes de las curvas que no podrán ser enfrentadas de forma segura por un vehículo que esté fuera de control.
- Debe ser visible desde una distancia larga, para que el conductor pueda desarrollar la maniobra de acceso anticipadamente.
- Debe ubicarse siempre al costado derecho de la vía siendo lo más tangente posible a ésta. De ser vías unidireccionales se puede considerar una rampa al lado izquierdo de la vía.

- Contar con un adecuado pre – señalización y ser perfectamente distinguibles, fundamentalmente de noche a fin que un conductor no la confunda con la vía principal.
- Presentar iluminación nocturna.

Adicionalmente, el Manual de seguridad vial MTC (2017), estipula los siguientes criterios a evitar:

- No debe colocarse rampas en tramos con gran curvatura horizontal, pues existe probabilidad que el vehículo salga de la ruta antes de llegar a ésta.
- No es recomendable que la rampa de frenado esté luego de una curva vertical convexa.

#### **2.2.4. Diseño de rampa de frenado**

##### **a) Acceso**

El acceso a la rampa de frenado debe tener un ángulo de 5° en relación a la vía principal (MTC, 2017).

##### **b) Ancho**

De acuerdo al MTC (2017) recomienda que el ancho de la cama de frenado debe estar entre 10 a 12 m, así como el ancho del camino de servicio que será de 5 m del lado derecho y 2 m del lado izquierdo. Lo cual permitirá acomodar más de un vehículo, pues no es raro que dos o más vehículos requieran la rampa de frenado en poco tiempo (AASHTO, 2011).

##### **c) Longitud**

Según el MTC (2017), el mismo que va acorde con lo estipulado en la AASHTO (2011), la longitud efectiva de la rampa de frenado está dada por:

$$L_e = \frac{V^2}{254(R \pm i)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$L_e$ : es la longitud efectiva del lecho de frenado.

$V$ : es la velocidad de entrada (Km/h), que es igual a la velocidad promedio.

$R$ : corresponde a la resistencia a la rodadura del material de acuerdo a la Tabla 1.

$i$ : es la pendiente de la rasante del lecho de frenado.

Tabla 1. Resistencia a la rodadura (R).

Material	Resistencia a la rodadura	Grado equivalente
Concreto con cemento portland	10	0.010
Concreto asfáltico	12	0.012
Grava compactada	15	0.015
Tierra arenosa suelta	37	0.037
Agregado molido suelto	50	0.050
Grava suelta	100	0.100
Arena	150	0.150
Gravilla redonda mono - tamaño	250	0.250

Fuente: AASHTO (2011).

Además, se tiene que la longitud total de frenado ( $L_L$ ) debe ser el 25 % más de la longitud efectiva (SCT, 2016):

$$L_L = 1.25L_e \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$L_L$ : es la longitud total de frenado (m).

$L_e$ : es la longitud efectiva de frenado (m).

#### d) Espesor

De considerarse rampas de frenado con material de volteo sobre una terracería horizontal, la pendiente ascendente de este montículo debe ser menor a 2.5 %, además que los taludes laterales y final debe estar en relación de 3:1; esto a fin de que el material se deslice el espesor inicial desde ser como mínimo 0.10 m (Figura 5) (SCT, 2016).

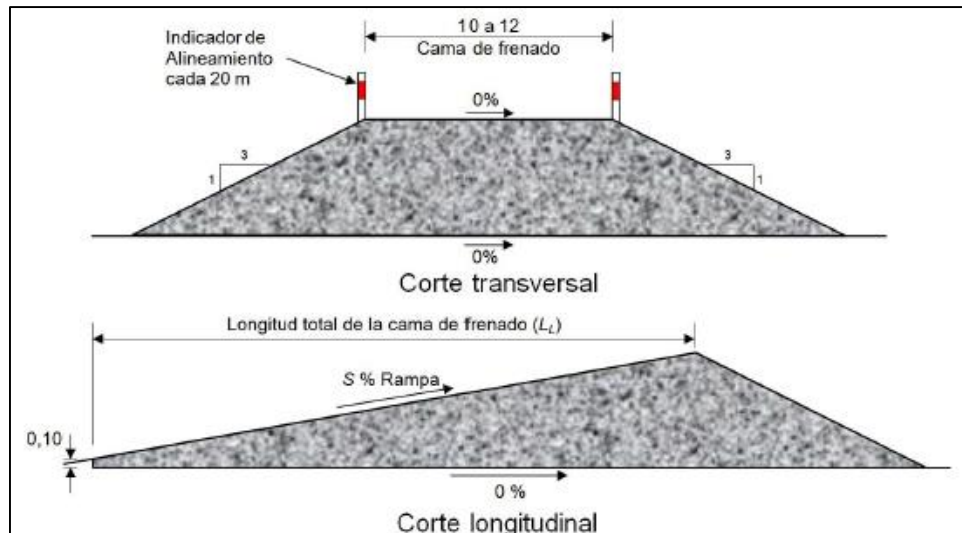


Figura 5. Corte transversal y longitudinal de rampa de frenado con montículo.  
Fuente: SCT (2016).

No obstante, de considerarse rampas de frenado de grado descendente, horizontal o ascendentes, el espesor mínimo debe ser de 0.60 m llegando a 1.00 m, debiéndose colocar en forma de caja con taludes de 2/3:1; al igual que lo mencionado anteriormente para evitar las desaceleraciones excesivas, el punto de entrada debe tener un espesor mínimo de 0.10 m (SCT, 2016).

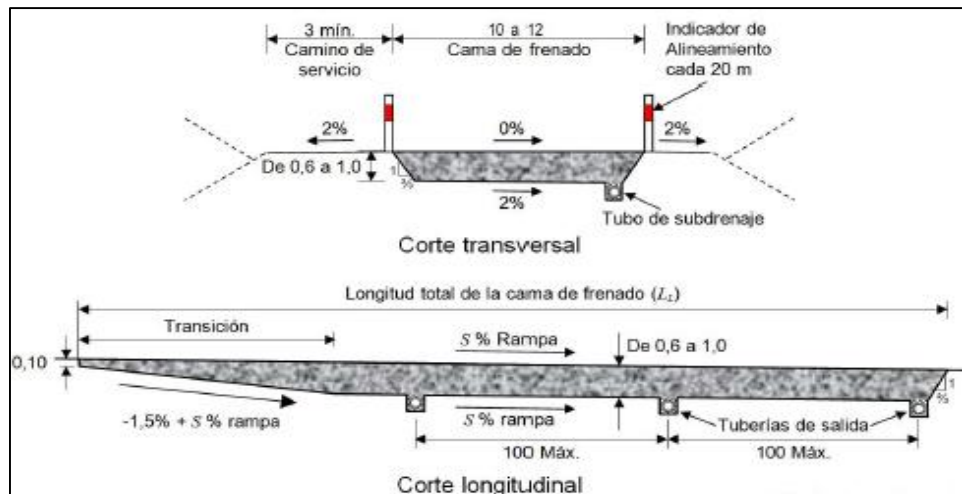


Figura 6. Corte transversal y longitudinal de rampa de frenado con grado descendente, horizontal o ascendente.  
Fuente: SCT (2016).

### e) Material

Según el Manual de seguridad vial (MTC, 2017) en concordancia con la AASHTO (2011), el material del lecho de

frenado debe estar limpio y no ser fácil de compactar. Además, menciona que de utilizarse materiales áridos estos deben ser redondeados con gradación uniforme y sin contaminación; pues de utilizar material grande facilita el mantenimiento y reduce los problemas relacionados a humedad y congelamiento.

No obstante, esta normativa no presenta una aclaración específica de cada una de las características del material del lecho de frenado, por lo cual se consideró la norma mexicana NOM – 036 – SCT2 – 2016 tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características del material del lecho de frenado.

Abertura (mm)	Malla		Porcentaje que pasa		
	Designación		Grava	Gravilla	Arena
37.5	1 1/2"		100	---	---
25	1"		95 mín	---	---
12.5	1/2"		35 máx	100	---
9.5	3/8"		---	95 mín	100
6.3	1/4"		---	---	95 mín
4.75	N° 4		5 máx	5 máx	---
2	N° 10		---	---	5 máx
0.075	N° 200		2 máx	2 máx	2 máx
Característica			Valor		
Porcentaje máximo de desgaste por abrasión, según máquina Los Ángeles			30	30	30
Porcentaje máximo de partículas alargadas y planas			25	25	25

Fuente: SCT (2016).

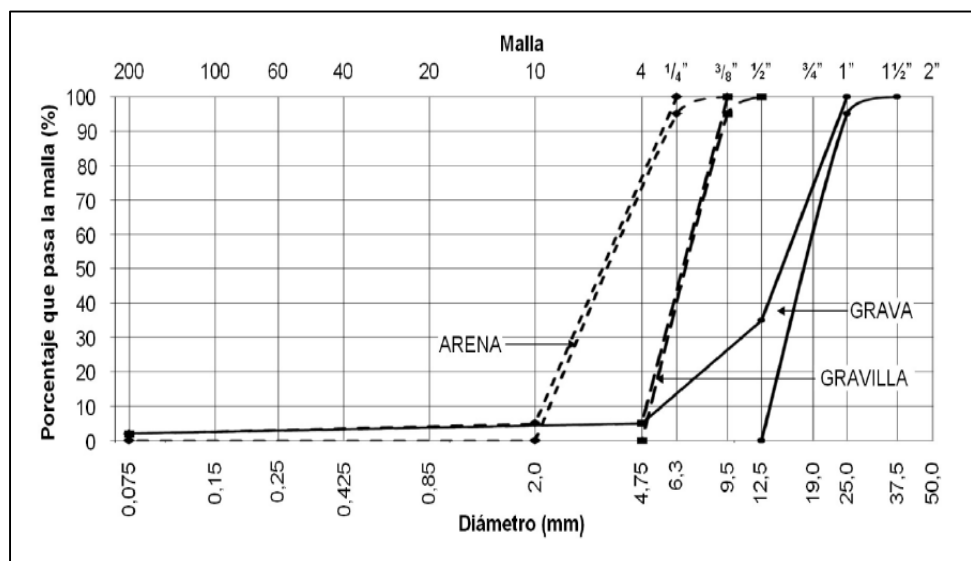


Figura 7. Requisitos de granulometría del lecho de frenado.

Fuente: SCT (2016).



#### **f) Drenaje y subdrenaje**

Se diseñan con el fin de captar el agua de lluvia, lo cual evitará la acumulación de partículas en suspensión que llenen los huecos del lecho de frenado y el congelamiento en climas fríos, asegurando así la vida útil de la rampa de frenado (MTC, 2017; SCT, 2016).

Según norma mexicana NOM – 036 – SCT2 – 2016 se tiene las siguientes recomendaciones:

- De ser rampas de frenado de grado descendente, horizontal o ascendentes, se debe considerar en el diseño una pendiente transversal de 2 % mínimamente en el fondo de la caja del lecho de frenado, para interceptar y recolectar el agua que se infiltre, tal como se muestra en la Figura 6.
- Además, el lado más bajo de la caja del lecho de frenado debe presentar un subdrén de pendiente longitudinal mínima de 1.5 % (Figura 6), este debe ser un tubo perforado de concreto o PVC con diámetro mínimo de 15 cm presente en una zanja con las recomendaciones que se muestran en la Figura 8. La salida de la tubería debe estar ubicada en la parte más baja del subdrén con otras a 100 m como máximo a lo largo de la misma, donde las bocas de salida deben ser protegidas con rejillas para prever acciones de vandalismo o la entrada de roedores.

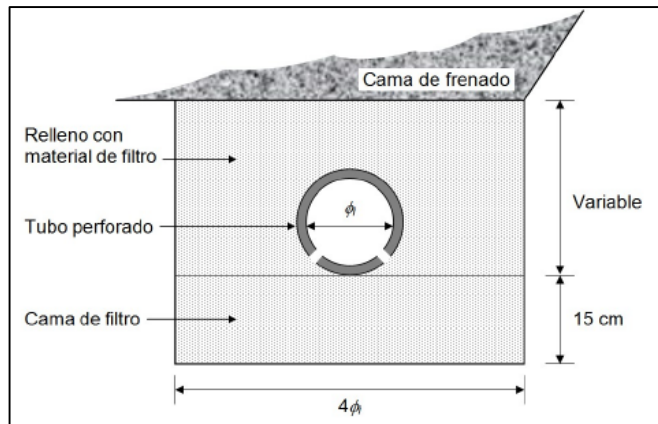


Figura 8. Requisitos de granulometría del lecho de frenado.  
Fuente: SCT (2016).

### g) Rescate de vehículos

Corresponde a un carril que facilita la remoción de los vehículos fuera de control, por medio de grúas u otros, debe tener un ancho mínimo de 3.00 m con sistemas de anclajes, se debe ubicar adyacente al lecho de frenado, ser de consistencia dura, alejado de la vía principal, pudiendo ser de capa granular o pavimentado. En cuanto a los anclajes, estos deben ubicarse a distancias de 50 a 100 m, iniciando desde la pista de emergencia pero alejados del lecho de frenado (MTC, 2017).

### 2.2.5. Señalización de rampa de frenado

El Manual de seguridad vial (MTC, 2017), establece que las rampas de frenado deben contar con elementos de seguridad y señalización tal como se muestra en la Figura 9 y Figura 10.

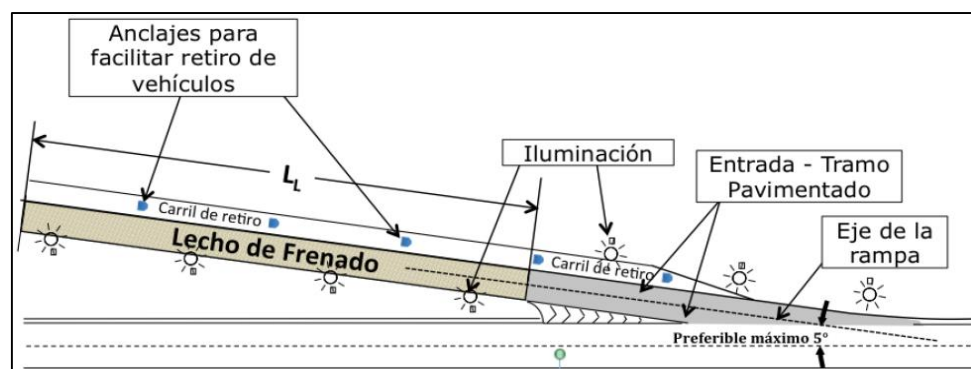


Figura 9. Elementos de seguridad en rampas de frenado.  
Fuente: MTC (2017).

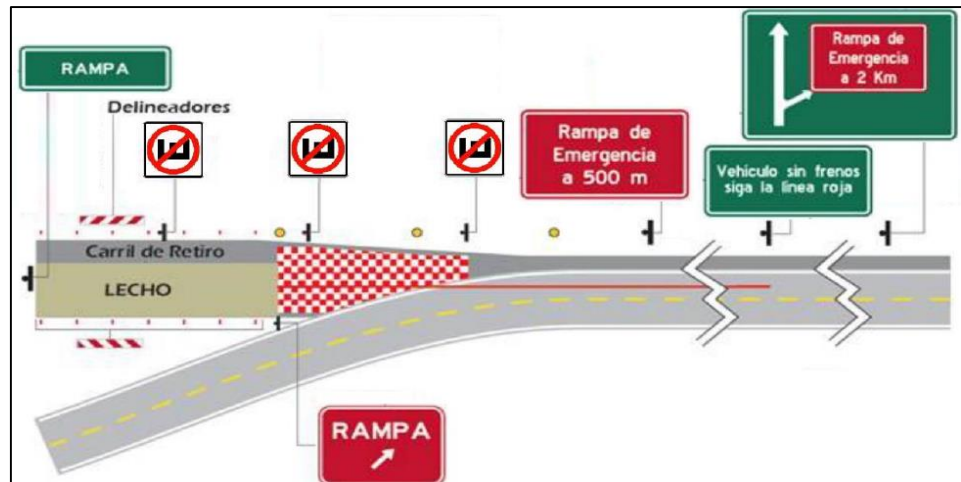


Figura 10. Elementos de seguridad en rampas de frenado.  
Fuente: MTC (2017).

Del mismo modo, el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (R.D. N° 016 – 2016 MTC/14) (MTC, 2016), considera que se debe contar con:

**Preseñalización.** Lo que constituye un mínimo de dos señales, ubicada la primera a 2 km y la segunda a 500 m antes del inicio de la rampa de frenado.



Figura 11 y Figura 12. Preseñalización de la rampa de frenado.  
Fuente: MTC (2016).

**Señal de dirección.** Corresponde a la salida hacia la rampa de frenado, debiéndose señalar a un mínimo de 200 a 300 m antes de su inicio.

**Señal de ingreso a la rampa de emergencia.** Ubicada en la zona de bifurcación, que indica el ingreso a la rampa de frenado.



Figura 13. Señal de ingreso a la rampa de frenado.  
Fuente: MTC (2016).

**Demarcación.** Ubicada a un mínimo de 1 km antes del inicio de la rampa de frenado, se demarca con una línea continua de color rojo de 15 cm de ancho reforzado con tachas rojas cada 5 m, que indica la trayectoria hasta la llegada de la misma. Además, se debe completar con dos señales informativas que indiquen “Vehículos sin frenos siga la línea roja”, donde la primera se ubica al inicio de la línea roja y la segunda a 300 m antes del inicio de la rampa de emergencia.



Figura 14. Demarcación antes del lecho de frenado.  
Fuente: MTC (2016).



Figura 15. Señal informativa en la rampa de frenado.  
Fuente: MTC (2016).

**Delineación de la rampa.** Son de color rojo y blanco ubicados en ambos costados de la rampa cada 5 m.



Figura 16. Delineadores en la rampa de frenado.  
Fuente: MTC (2016).

### 2.2.6. Mantenimiento de la rampa de frenado

La AASHTO (2011) y el manual de seguridad vial (MTC, 2017), consideran que después de cada uso, los lechos de frenado deben contar con mantenimiento por medio de equipos, pues como el agregado tiende a compactarse en el transcurso del tiempo, además de darse la presencia de malezas u otros tipos de plantas, este debe limpiarse, reconfirmarse y nivelar de forma periódica a fin de conservar las características del material y mantener un drenaje libre.

### 2.3. Definición de términos

**Despiste.** Corresponde a la situación en la que un vehículo sale de la vía de rodadura (MTC, 2008).

**Factor humano.** Es el comportamiento que se relaciona exclusivamente a la psicología, fisiología o quinesiología humana (MTC, 2017).

**Factor vehículo.** Son las condiciones mecánicas de un vehículo, pudiendo ser la causa de los accidentes (MTC, 2017).

**Factor infraestructura.** Corresponden a las condiciones y la calidad de la vía, el pavimento, las obras de arte, intersecciones o el sistema de control del tránsito, considerados factores condicionantes en la ocurrencia de accidentes (MTC, 2017).

**Incidente.** Hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos que se da en una vía, pudiendo ser pública o privada, cuyo resultado no genera daño a las personas (MTC, 2017).

**Rampa de frenado.** Pueden ser construidas paralelas o adyacentes a la vía, están conformados por material granular suelto, el mismo que incrementa la resistencia al desplazamiento a medida que avanza el vehículo originando la detención final. (AASHTO, 2011; MTC, 2017).

**Seguridad vial.** Es el conjunto de acciones orientadas a prever riesgos de accidentes de los usuarios de las vías, además de minimizar los impactos sociales negativos por efecto de la accidentalidad (MTC, 2017).

**Zona de seguridad.** Corresponde a un área que se encuentra dentro de la vía, contando con señalización para resguardo especial de los peatones (MTC, 2017).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, dependerá de las características topográficas y ocurrencia de accidentes.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- a) Se ubicará la rampa de frenado según la norma AASHTO de acuerdo al volumen de tráfico, las características topográficas y la ocurrencia de accidentes.

- b) Las características físicas de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central serán de acuerdo a la estipulado por la norma AASHTO.
- c) Se garantizará la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central con la implementación de preseñalización, señales de dirección, señales de ingreso a la rampa, demarcación y delineación.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

**Variable independiente (X): Rampa de frenado.** Pueden ser construidas paralelas o adyacentes a la vía, están conformados por material granular suelto, el mismo que incrementa la resistencia al desplazamiento a medida que avanza el vehículo originando la detención final. (AASHTO, 2011; MTC, 2017).

**Variable dependiente (Y): Velocidad.** Corresponde a la magnitud física que enuncia el espacio recorrido por un móvil por unidad de tiempo y está definida en m/s o km/h (RAE, 2017).

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

**Variable independiente (X): Rampa de frenado.** Se procedió al diseño de la rampa de frenado considerando lo estipulado por la norma A Policy on Geometric Design of Highways and Streets de la AASHTO 2011, considerando para ello la ubicación, sus características físicas y la seguridad.

**Variable dependiente (Y): Velocidad.** Se midió en campo, además de diferenciarla por tipo de vehículo.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades
<b>Variable independiente (X):</b> Rampa de frenado	Ubicación	Índice medio anual	Unidad
		Número de accidentes	Unidad
		Pendiente	Grados (°)
	Características físicas	Acceso	Grados (°)
		Ancho	Metros (m)
		Longitud	Metros (m)
		Espesor	Metros (m)
		Material	Adimensional
		Drenaje y subdrenaje	Adimensional
		Rescate de vehículos	Metros (m)
Seguridad	Elementos de seguridad	Adimensional	
	Señalización	Adimensional	
<b>Variable dependiente (Y):</b> Velocidad	Velocidad por tipo de vehículo	Distancia	Metros (m)
		Tiempo	Segundos (s)



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

La presente investigación consideró el método científico, pues este establece un procedimiento para descubrir las condiciones con las que se presentan asuntos específicos, caracterizándose por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso, además de presentar observación empírica. Según lo detallado la presente investigación, descubrió asuntos específicos concerniente al diseño de rampas de frenado con lecho granular, el mismo que se encuentra fundamentado en base a la normativa de la AASHTO y el MTC.

#### **3.2. Tipo de investigación**

La presente investigación fue del tipo aplicada, porque se utilizó el conocimiento de la investigación básica para la generación de conocimiento con su aplicación directa. Es así que, la presente investigación utilizó el conocimiento establecido por la AASHTO 2011 en el A Policy on Geometric Design of Highways and Streets y el MTC con el manual de seguridad vial, los antecedentes internacionales y nacionales,

esto para el diseño de la rampa de frenado con lecho granular y cada uno de sus componentes.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el descriptivo - explicativo, pues además de describir o estima parámetros en la población de estudio a partir de una muestra, buscar determinar la causa y efectos de la problemática para darle un sentido de entendimiento. Por lo tanto, en esta investigación se diseñó la rampa de frenado en concordancia con las características de la zona de estudio, sin manipulación de la realidad; asimismo, se logró determinar cada una de las causas de la ocurrencia de accidentes en la zona de estudio.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue el no experimental, pues no presenta manipulación de la variable ni observa efectos sobre esta. En tal situación, se estudió tal como se presenta en la realidad cada uno de los factores que intervienen para el diseño de rampas de frenado.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población correspondió a la carretera central desde la provincia de Jauja a Huancayo, en el departamento de Junín, a la que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones denomina como PE – 3S B involucrando los tramos JU 837, JU 840, JU 842 y JU 889, haciendo un total de 39.8 km.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra de acuerdo al tipo de muestreo intencional o dirigido, correspondió al sector del km 94 y 95 del distrito de Sincos, provincia de Jauja del departamento de Junín, pues cuenta

con las condiciones necesarias, así como también se da la mayor ocurrencia de accidentes.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

##### **a) Observación directa**

Se aplicó durante las visitas a campo de determinar las características físicas de la carretera central (margen derecha), para el conteo vehicular, en la determinación de la velocidad promedio de tránsito y en la toma de muestras del material granular para el lecho de frenado.

##### **b) Entrevista**

Se consideró la entrevista a los pobladores de la zona en estudio para determinar las incidencias de accidentes de tránsito en el tramo en estudio, de esta manera me permitió corroborar con la información del INEI (2017) ocurrencias de accidentes de tránsito.

##### **c) Análisis de documentos**

Se consideró bibliografía digital, específicamente de la AASHTO 2011 en el A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, del MTC con el manual de seguridad vial y el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, permitiendo desarrollar una metodología para el diseño de la rampa de frenado. Además, se utilizó los datos del VI Censo Nacional de Comisarías 2017 (INEI, 2017) concerniente al número de accidentes de tránsito en la zona de estudio, específicamente se utilizó la data referida a las comisarías del distrito de Sincos, Orcotuna y Sicaya, en las provincias de Jauja, Concepción y Huancayo, departamento de Junín.

### **3.6.2. Instrumentos**

#### **a) Ficha de observación**

Se consideró una ficha para determinar la velocidad de diseño de la rampa de frenado Anexo N° 03.

#### **b) Entrevista presencial**

Se realizó una entrevista presencial a los pobladores del lugar para dar veracidad a la información del VI Censo Nacional de Comisarias 2017 (INEI 2017) ocurrencias de accidentes de tránsito.

#### **c) Ficha de análisis de documentos**

Se elaboró una ficha acorde al MTC esto para la estimación del IMD en la zona de estudio, tal como se muestra en el Anexo N° 02.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Para el diseño de la rampa de frenado se consideró lo estipulado en la AASHTO 2011, el MTC en el manual de seguridad vial y en el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, utilizando así el Microsoft Excel para el procesamiento de la información y cada uno de los cálculos; asimismo, se recurrió al programa AutoCAD Civil 2019 para el procesamiento de la información topográfica y AutoCAD para el dibujo de los planos con cada una de las características de la rampa de frenado.

Asimismo, se realizó el conteo vehicular durante siete días para la obtención del índice medio anual tal como se muestra en el anexo N° 02; además del cálculo de la velocidad ponderada por tipo de vehículo según se especifica en la Tabla 11.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

#### **3.8.1. Organización de los datos**

Para la organización de los datos se utilizó matrices de tabulación típica en el programa Microsoft Excel, concerniente a

cada uno de los componentes para el desarrollo de rampas de frenado.

### **3.8.2. Análisis de datos**

Se siguió la técnica para datos cuantitativos tal como la descripción de las variables, recopilación de datos existentes (censos), además de figuras y el análisis de contenidos de documentos, a fin de sintetizar los datos obtenidos recopilados en campo para el diseño de la rampa de frenado; asimismo, se utilizó el SPSS STATISTICS para el análisis de datos, para la descripción de las variables, el promedio, porcentaje y gráficos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO

##### 4.1.1. Índice medio anual

Tabla 4. Índice medio diario en el tramo de estudio.

Tipo de vehículo		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Automóvil		1551	1568	1569	1569	1569	1573	1571
	SW	405	405	405	405	405	405	405
Camioneta		409	409	409	409	409	409	420
	Panel	269	269	269	269	269	269	275
Camioneta rural		674	674	674	674	674	674	674
	Micro	105	105	105	105	105	105	105
Ómnibus	B2	40	40	40	40	40	40	40
	B3-1	61	61	61	62	61	61	61
Camión	C2	302	304	302	302	302	302	307
	C3	149	150	150	150	153	150	158
	C4	32	32	32	32	32	32	32
Semitrayler	T2S1	7	7	7	7	7	7	7
	T2S2	8	8	8	8	8	8	8
	T2S3	19	19	19	19	19	19	20
	T3S1	14	14	14	14	14	14	14
	T3S2	15	16	16	15	15	15	15
	T3S3	229	230	230	232	231	230	230
Trayler	C2R2	2	2	2	2	2	2	2
	C2R3	2	2	2	2	2	2	2
	C3R2	2	2	2	2	2	2	2
	C3R3	3	3	3	3	3	3	3
Total		4298	4320	4319	4321	4322	4322	4351

De acuerdo a la Tabla 4 se tiene el índice medio diario en el tramo de estudio, dado por automóviles, SW, camionetas, paneles, camionetas rurales, micros, ómnibus, camiones, semitraylers y traylers; información que fue recabada durante siete días.

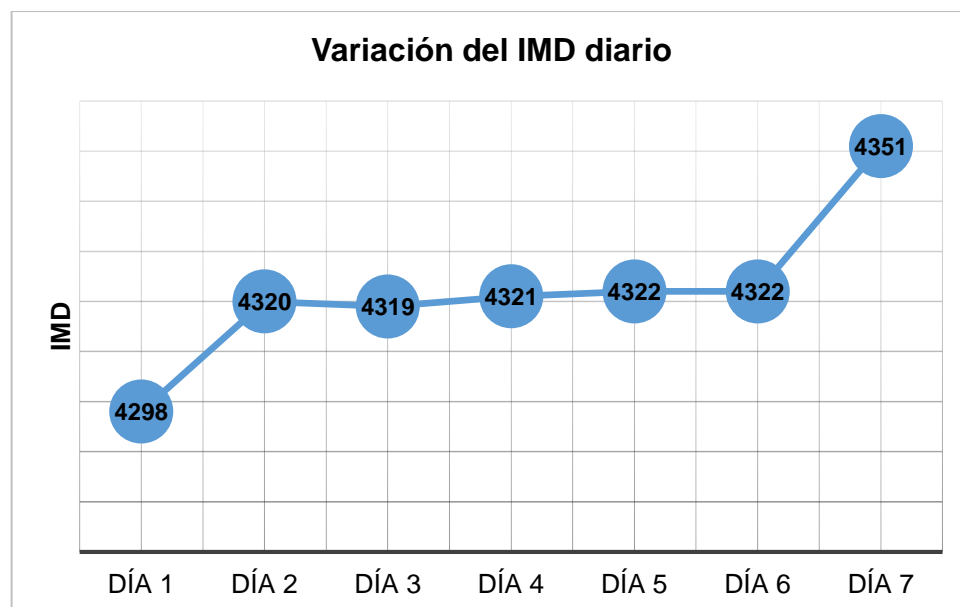


Figura 17. Variación del IMD diario.

En la Figura 17 se muestra la variación del IMD durante los siete días evaluados, siendo el día 6 y 7 donde se presentan mayor volumen vehicular con 4322 y 4351 vehículos.

Tabla 5. Índice medio anual por tipo de vehículo en el área de estudio.

Tipo de vehículo	IMD	Factor de corrección	IMDA	Distribución (%)	
Automóvil	1567	1.02	1605	36.16	
SW	405	1.02	415	9.35	
Camioneta	411	1.02	420	9.46	
Panel	270	1.02	276	6.22	
Camioneta rural	674	1.02	690	15.55	
Micro	105	1.02	108	2.43	
Omnibús	B2	40	1.04	42	0.95
	B3-1	61	1.04	63	1.42
Camión	C2	303	1.04	315	7.10
	C3	151	1.04	157	3.54
	C4	32	1.04	33	0.74
Semitrayler	T2S1	7	1.04	7	0.16
	T2S2	8	1.04	8	0.18
	T2S3	19	1.04	20	0.45
	T3S1	14	1.04	15	0.34
	T3S2	15	1.04	16	0.36
	T3S3	230	1.04	239	5.39

Trayler	C2R2	2	1.04	2	0.05
	C2R3	2	1.04	2	0.05
	C3R2	2	1.04	2	0.05
	C3R3	3	1.04	3	0.07
Total		4322		4438	100

Del mismo modo, en la Tabla 5 se especifica el índice medio anual por tipo de vehículo, esto en base al índice medio diario y el factor de corrección estacional.

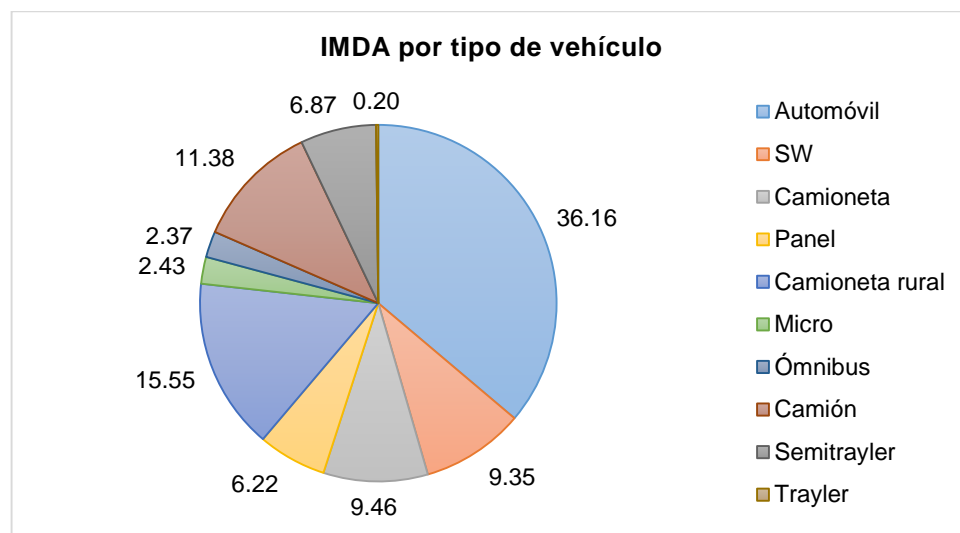


Figura 18. Índice medio anual en el área de estudio.

De acuerdo a la Tabla 5 se desarrolló la Figura 18 donde se muestra la variación porcentual del IMDA por tipo de vehículo, donde los mayores porcentajes se dan por vehículos ligeros, siendo así que los automóviles representan el 36.16 % seguido de camionetas rurales con 15.55 %; asimismo, los semitrayer representan el 6.87 % y traylers el 0.20 % correspondiendo los tipos de vehículos de menor cantidad.

#### 4.1.2. Número de accidentes

Tabla 6. Número de accidentes de tránsito por año en la zona de estudio.

Año	Cantidad	Porcentaje
2016	125	71.02%
2017	51	28.98%
Total	176	100%

Fuente: INEI (2017).



Según la Tabla 6 se tiene que el año 2016 se presentó un total de 125 accidentes de tránsito (71.02 %) y en el 2017 se consignó 51 (28.98 %), esto de acuerdo al IV Censo Nacional de Comisarías realizada el 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

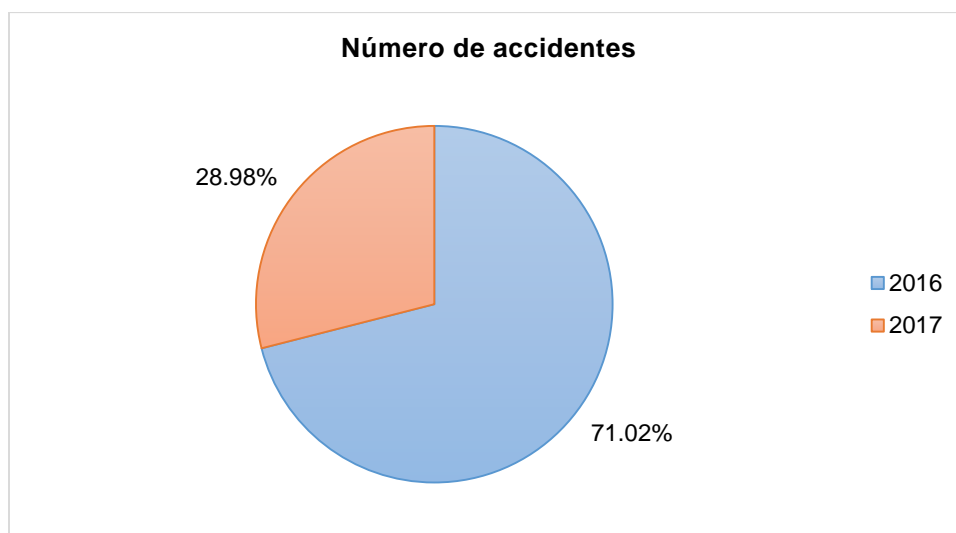


Figura 19. Número de accidentes de tránsito por año en la zona de estudio.

Del mismo modo, en la Figura 19 se representa la variabilidad de los accidentes en la zona de estudio, donde es claro que el número de accidentes fue mayor en el año 2016.

Tabla 7. Número de accidentes por distrito.

Distrito	Cantidad	Porcentaje
Orcotuna	64	36.36%
Sicaya	50	28.41%
Sincos	62	35.23%
Total	176	100%

Fuente: INEI (2017).

En la Tabla 7 se especifica el número de accidentes por distrito, siendo en el distrito de Orcotuna 64 (36.36 %), en Sicaya de 50 (28.41 %) y en Sincos de 62 (35.23 %); es dable mencionar, que estos distritos corresponden a los considerados para el desarrollo de la investigación.

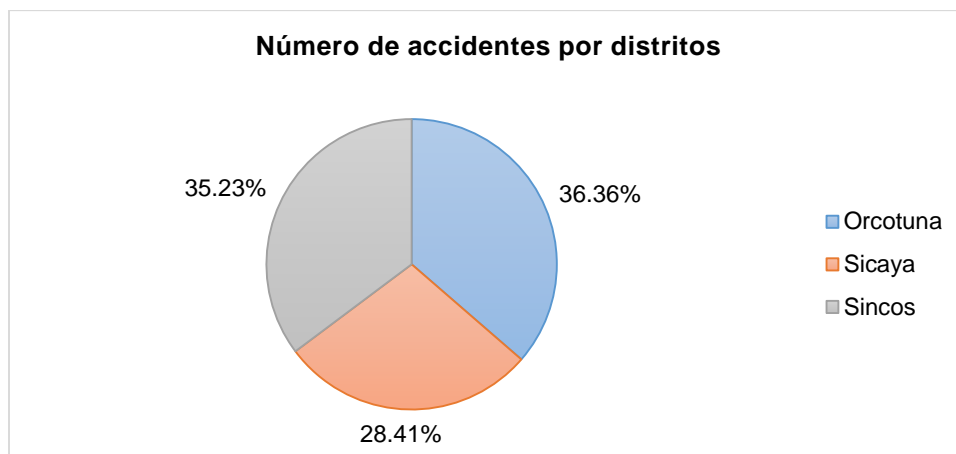


Figura 20. Número de accidentes por distrito.

Asimismo, en la Figura 20 se representa que en el distrito de Orcotuna se dio la mayor cantidad de accidentes de tránsito (36.36 %), seguido del distrito de Sincos (35.23 %) y el distrito de Sicaya (28.41 %).

Tabla 8. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio.

Lugar de ocurrencia	Cantidad	Porcentaje
Carretera central	161	91.48%
Calle o jirón	11	6.25%
No identificado	4	2.27%
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEI (2017).

De acuerdo a la Tabla 8 se tiene que la mayor cantidad de accidentes de tránsito en la zona de estudio se dio en la carretera central, representando el 91.48 % del total, seguido de los suscitados en calles o jirones con 6.25 % y otros no identificados con 2.27 %.

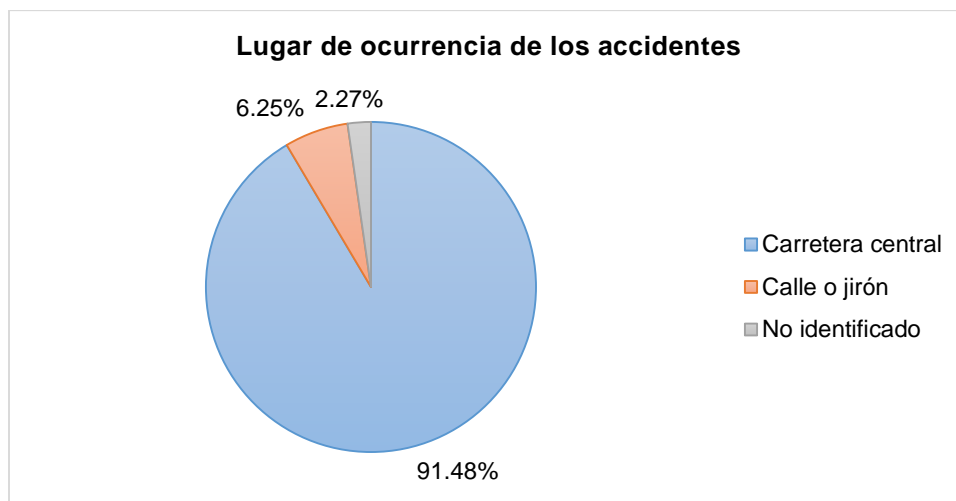


Figura 21. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio.

Por lo tanto, en la Figura 21 es notable que la predominancia de los accidentes se dio en la carretera central (91.48 %).

Tabla 9. Lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito en la zona de estudio según tramo de vía.

Lugar de ocurrencia	Cantidad	Porcentaje
Intersección	8	4.55%
Recta	122	69.32%
Curva	4	2.27%
No identificado	42	23.86%
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEI (2017).

En la Tabla 9 se muestra el número de accidentes por lugar de ocurrencia ya sea intersección, tramo recto, curva o no identificado en la zona de estudio; donde la mayor cantidad se dio en los tramos rectos con 69.32 %, continuando con los no identificados con 23.86 %, en las intersecciones con 4.55 % y en curvas con 2.27 %.

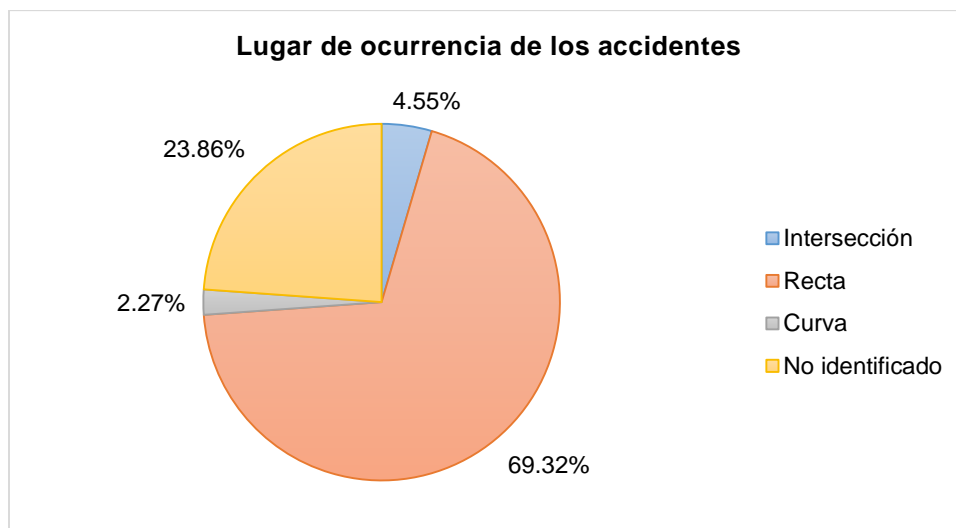


Figura 22. Lugar de ocurrencia los accidentes de tránsito en la zona de estudio según tramo de vía.

Es así que, en la Figura 22 se detalla el número de accidentes de tránsito en la zona de estudio según tramo de vía, donde el mayor porcentaje se da en los tramos rectos con un total de 122 (69.32 %) a comparación del total de accidentes suscitados en la zona de estudio de la presente investigación.

Tabla 10. Tipo de accidente de tránsito en la zona de estudio.

Tipo de accidente de tránsito	Cantidad	Porcentaje
Atropello	28	15.91%
Atropello y fuga	13	7.39%
Caída de pasajero	3	1.70%
Colisión	54	30.68%
Colisión y fuga	10	5.68%
Choque	13	7.39%
Choque y fuga	1	0.57%
Despiste	37	21.02%
Despiste y volcadura	16	9.09%
Volcadura	1	0.57%
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>100%</b>

Fuente: INEI (2017).

Del mismo modo, la Tabla 10 especifica la cantidad de accidentes por tipo, donde los mayores porcentajes se dan por colisión en un 30.68 %, seguido de despiste con 21.02 %; mientras que, en menor cantidad se da por volcadura con 0.57 %.

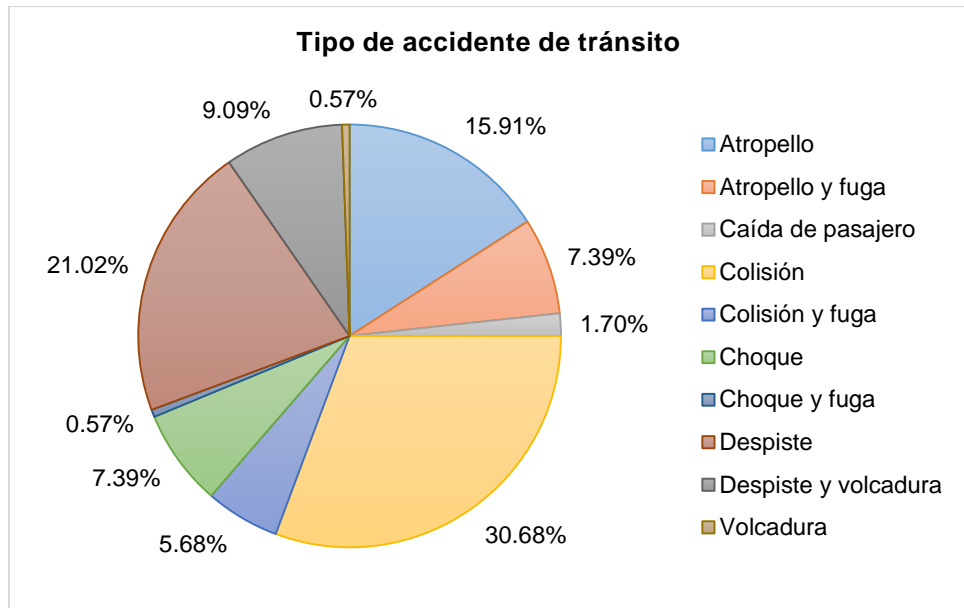


Figura 23. Tipo de accidente de tránsito en la zona de estudio.

La variación de los tipos de accidentes se representa en la Figura 23, donde el mayor porcentaje se dio por colisión con 30.68 % continuando con despiste con 21.02 %.

#### 4.1.3. Pendiente

De acuerdo al levantamiento topográfico realizado tal como se muestra en los planos, se logró determinar que en el sector del km 94 y km 95 del distrito de Sincos, se cuenta con una pendiente mayor a 3 % lo cual es apto para la ubicación de la rampa de frenado.

### 4.2. Características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO

#### 4.2.1. Acceso

Según la norma AASHTO se consideró un acceso adyacente a la carretera central de 50 m con una inclinación de 5° tal como se muestra en el plano UL – 05 (ver Anexo N° 07).

#### 4.2.2. Ancho

De acuerdo a la norma AASHTO y lo especificado por el MTC (2017) se consideró el ancho de la cama de frenado de 12 m, con un ancho de servicio de 5 m del lado derecho y de 2 m del lado izquierdo, así como el relleno con material de la zona en ambos lados de la rampa de frenado haciendo un total de 19 m tal como se puede observar en el plano UL – 05 (ver Anexo N° 07).

#### 4.2.3. Longitud

Para ello en primera instancia, se midió la velocidad promedio por tipo de vehículo en la zona de estudio, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Velocidad promedio por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Promedio
Automóvil	300	11.3	95.58	94.88
	300	12.6	85.71	
	300	10.3	104.85	
	300	11.4	94.74	
	300	11.2	96.43	
	300	10.3	104.85	
	300	11.6	93.10	
	300	12.2	88.52	
	300	10.8	100.00	
	300	12.7	85.04	
SW	300	11.7	92.31	90.69
	300	12.6	85.71	
	300	12.4	87.10	
	300	11.6	93.10	
	300	11.9	90.76	
	300	12.9	83.72	
	300	11.8	91.53	
	300	10.6	101.89	
	300	11.2	96.43	
	300	12.8	84.38	
Camioneta	300	11.8	91.53	100.00
	300	10.7	100.93	
	300	10.2	105.88	
	300	10.8	100.00	
	300	10.9	99.08	

	300	9.8	110.20	
	300	11.3	95.58	
	300	10.8	100.00	
	300	11.5	93.91	
	300	10.5	102.86	
Panel	300	11.3	95.58	82.32
	300	13.2	81.82	
	300	14.3	75.52	
	300	12.6	85.71	
	300	15.8	68.35	
	300	13.6	79.41	
	300	12.4	87.10	
	300	11.2	96.43	
	300	14.4	75.00	
	300	13.8	78.26	
Camioneta rural	300	13.1	82.44	93.95
	300	12.6	85.71	
	300	16.3	66.26	
	300	8.9	121.35	
	300	10.56	102.27	
	300	10.63	101.60	
	300	11.3	95.58	
	300	10.3	104.85	
	300	9.8	110.20	
	300	15.6	69.23	
Micro	300	12.2	88.52	82.13
	300	12.8	84.38	
	300	13.3	81.20	
	300	14.3	75.52	
	300	12.4	87.10	
	300	14.3	75.52	
	300	13.6	79.41	
	300	14.6	73.97	
	300	12.5	86.40	
	300	12.1	89.26	
Ómnibus	300	12.2	88.52	87.65
	300	12.8	84.38	
	300	12.6	85.71	
	300	12.3	87.80	
	300	11.9	90.76	
	300	13.3	81.20	
	300	11.7	92.31	
	300	11.6	93.10	
	300	11.8	91.53	
	300	13.3	81.20	

Camión	300	10.5	102.86	82.95
	300	14.3	75.52	
	300	13.5	80.00	
	300	10.3	104.85	
	300	11.5	93.91	
	300	10.8	100.00	
	300	16.3	66.26	
	300	14.3	75.52	
	300	16.8	64.29	
	300	16.3	66.26	
Semitrayler	300	11.2	96.43	95.53
	300	10.9	99.08	
	300	11.4	94.74	
	300	10.6	101.89	
	300	11.8	91.53	
	300	10.8	100.00	
	300	11.8	91.53	
	300	10.2	105.88	
	300	12.2	88.52	
	300	12.6	85.71	
Trayler	300	15.5	69.68	70.97
	300	16.2	66.67	
	300	14.2	76.06	
	300	16.3	66.26	
	300	16.2	66.67	
	300	15.7	68.79	
	300	14.2	76.06	
	300	14.3	75.52	
	300	14.8	72.97	
	300	15.2	71.05	

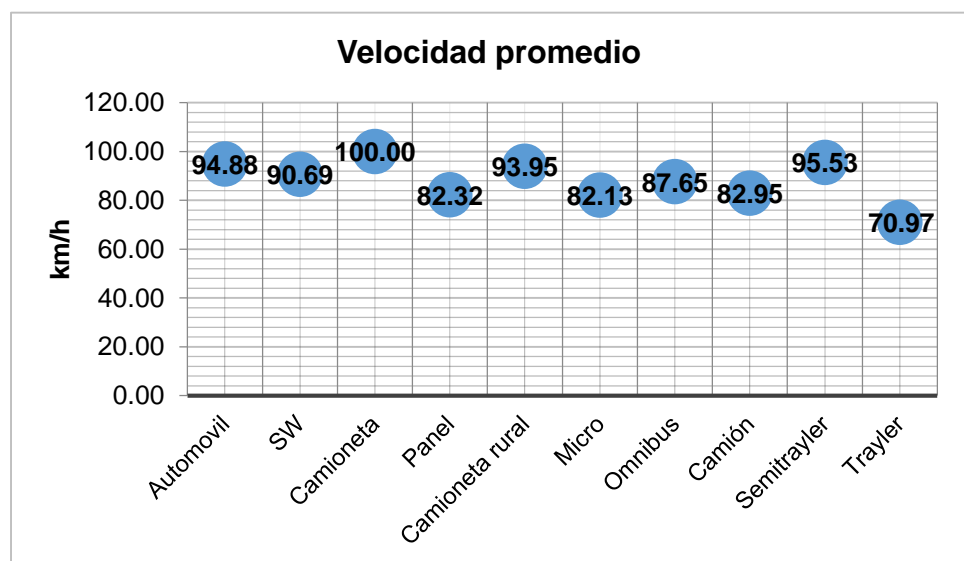


Figura 24. Velocidad promedio por tipo de vehículo.



Es así que, en la Tabla 11 y la Figura 24 se especifica las velocidades promedio por tipo de vehículo, donde las mayores velocidades se da por las camioneta con 100 km/h seguido de los semitrailers con 95.53 km /h.

Por lo tanto, siguiendo la (Ecuación 1) se tiene:

$$L_e = \frac{V^2}{254(R \pm i)} = \frac{(100 \frac{km}{h})^2}{254(0.1 + 0\%)} = 393.70 m$$

Donde, la resistencia a la rodadura del material de acuerdo a la Tabla 1 considerando grava suelta fue de 0.1 y la pendiente del lecho de frenado de 0 %.

Asimismo, se tiene que la longitud total de frenado ( $L_L$ ) debe ser el 25 % más de la longitud efectiva (SCT, 2016), resultando de acuerdo a la (Ecuación 2):

$$L_L = 1.25L_e = 1.25(393.70 m) = 492.13 m$$

Por lo tanto, la longitud del lecho de frenado fue de 492.15 m.

#### **4.2.4. Espesor**

El espesor mínimo que se consideró fue desde 0.10 m llegando a 1.00 m, además se propone colocar en forma de caja con taludes de 2/3:1, esto para evitar las desaceleraciones excesivas y de acuerdo a las recomendaciones del SCT (2016).

#### **4.2.5. Material**

El material que se consideró para el lecho de frenado fue de acuerdo el Manual de seguridad vial (MTC, 2017) en concordancia con la AASHTO (2011), es decir material árido redondeado con gradación uniforme y sin contaminación; lo cual facilitará el mantenimiento y reduciendo los problemas relacionados a

humedad y congelamiento; asimismo, se optó por cumplir lo estipulado por la norma mexicana NOM – 036 – SCT2 – 2016 lo referido tal como se detalla en la Tabla 2 y en el anexo N° 05.

#### 4.2.6. Drenaje y subdrenaje

Se obtuvo que, para la zona de estudio la intensidad de lluvia es de 125 mm/h; por lo tanto, se determinó el área servida según la investigación:

Tabla 12. Área servida por la rampa de frenado.

Sector	Área (m <sup>2</sup> )
A1	1105.80
A2	1200.00
A3	1200.00
A4	1200.00
A5	1200.00
Total	5905.800

Según la tabla anterior se tiene un total de área servida de 5905.800 m<sup>2</sup>, entonces con la intensidad especificada de 125 mm/h el caudal total será para el colector longitudinal:


$$Q = A \cdot i = 5905.800 \text{ m}^2 \left( 125 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \right) = 0.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal, sección circular

Lugar: **Sincos** Proyecto: **Rampa de frenado**  
Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

Tirante (y):  m  
Diámetro (d):  m  
Rugosidad (n):   
Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro mojado (p):  m  
Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ejecuta las operaciones 05:27 07/09/2020

Figura 25. Cálculo de tubería para el colector longitudinal.

De acuerdo a la Figura 25 se tiene que con una tubería de 0.315 m con rugosidad de 0.01 (PVC) y pendiente de 0.02 m/m (2 %), el posible transportar 0.20 m<sup>3</sup>/s siendo lo requerido 0.20 m<sup>3</sup>/s; por lo tanto, se consideró esta tubería como apta.

Asimismo, según la Tabla 12 se tiene un total de área servida de 1200 m<sup>2</sup>, entonces con la intensidad especificada de 125 mm/h el caudal total será para el colector transversal:

$$Q = A \cdot i = 1200 \text{ m}^2 \left( 125 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \right) = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

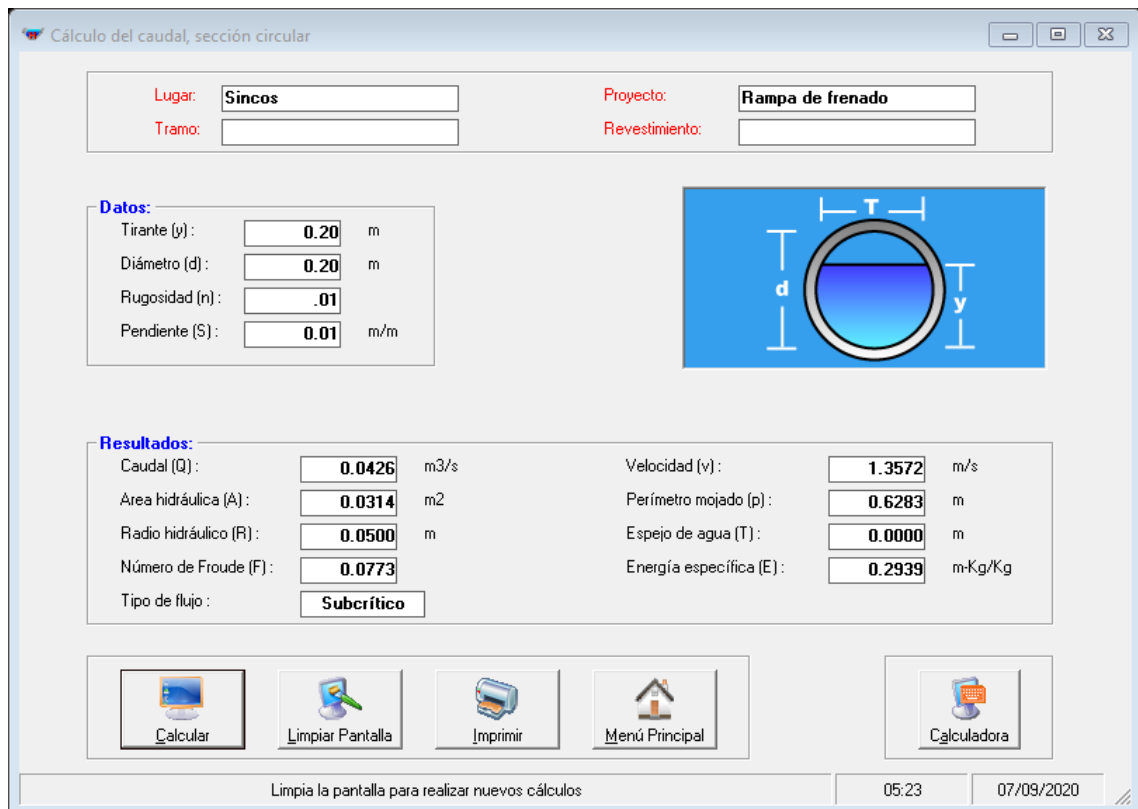


Figura 26. Cálculo de tubería para el colector transversal.

De acuerdo a la Figura 26 se tiene que con una tubería de 0.20 m con rugosidad de 0.01 (PVC) y pendiente de 0.01 m/m (1 %), el posible transportar 0.040 m<sup>3</sup>/s siendo lo requerido 0.04 m<sup>3</sup>/s; por lo tanto, se consideró esta tubería como apta.

No obstante, mayor detalle se adjunta en el plano UL – 05 (ver Anexo N° 07).

### 4.3. Seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO

Para la señalización se complementó con lo considerado por el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (R.D. N° 016 – 2016 MTC/14) (MTC, 2016), considerando los siguientes:

#### 4.3.1. Preseñalización

Se estableció un mínimo de dos señales, ubicada la primera a 2 km y la segunda a 500 m antes del inicio de la rampa de frenado.



Figura 27 y Figura 28. Preseñalización de la rampa de frenado.

#### 4.3.2. Señal de dirección

A la salida hacia la rampa de frenado, con un mínimo de 200 a 300 m antes de su inicio.

#### 4.3.3. Señal de ingreso a la rampa de emergencia.

Ubicada en la zona de bifurcación, que indica el ingreso a la rampa de frenado.



Figura 29. Señal de ingreso a la rampa de frenado.

#### 4.3.4. Demarcación

Se consideró con un mínimo de 1 km antes del inicio de la rampa de frenado, se propone demarcar con una línea continua de color rojo de 15 cm de ancho reforzado con tachas rojas cada 5 m, que indica la trayectoria hasta la llegada de la misma. Además, se consideró dos señales informativas que indiquen “Vehículos sin frenos siga la línea roja”, donde la primera se ubica al inicio de la línea roja y la segunda a 300 m antes del inicio de la rampa de emergencia.

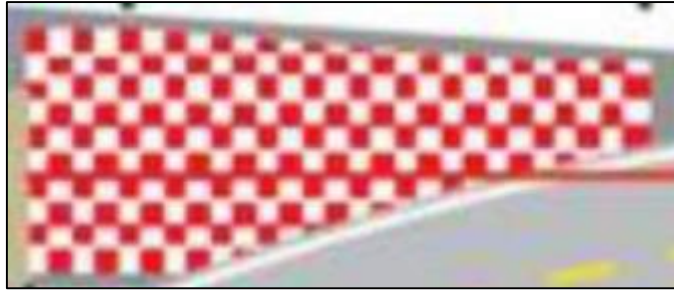


Figura 30. Demarcación antes del lecho de frenado.



Figura 31. Señal informativa en la rampa de frenado.

#### 4.3.5. Delineación de la rampa

Se consideró de color rojo y blanco ubicados en ambos costados de la rampa cada 5 m.



Figura 32. Delineadores en la rampa de frenado.  
Fuente: MTC (2016).

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO**

De acuerdo a la hipótesis planteada la ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO (2011) es de acuerdo al volumen de tráfico, las características topográficas y la ocurrencia de accidentes; por lo tanto se siguió esta normativa; es así que, en primera instancia se determinó el índice medio diario en el tramo de estudio tal como se muestra en la Tabla 4 considerando los automóviles, SW, camionetas, paneles, camionetas rurales, micros, ómnibus, camiones, semitrailers y trailers; información que fue recabada durante siete días; del mismo modo, en la Figura 17 se muestra la variación del IMD durante los siete días evaluados, siendo el día 6 y 7 donde se presentan mayor volumen vehicular con 4322 y 4351 vehículos. Del mismo modo, se realizó la clasificación por el tipo de vehículos tal como se especifica en la Tabla 5 y Figura 18 donde se muestra la variación porcentual del IMDA por tipo de vehículo, donde los mayores porcentajes se dan por vehículos ligeros, siendo así que los automóviles representan el 36.16 % seguido de camionetas rurales con 15.55 %; asimismo, los semitrailer representan el

6.87 % y trailers el 0.20 % correspondiendo los tipos de vehículos de menor cantidad.

Consecuentemente, se evaluó el número de accidentes en el área de estudio, para lo cual se consideró el IV Censo Nacional de Comisarías realizada el 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), obteniéndose así tal como muestra la Tabla 6 y Figura 19 que en el año 2016 se presentó un total de 125 accidentes de tránsito (71.02 %) y en el 2017 se consignó 51 (28.98 %). Del mismo modo, se logró especificar el número de accidentes por distritos, siendo que en el distrito de Orcotuna 64 (36.36 %), en Sicaya de 50 (28.41 %) y en Sincos de 62 (35.23 %), esto de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 7 y Figura 20. Otro aspecto importante de considerar fue el lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito, es decir si se dio en la carretera central, calle, jirón o lugar no identificado, es así que según la Tabla 8 y Figura 21 se tiene que la mayor cantidad de accidentes de tránsito en la zona de estudio se dio en la carretera central, representando el 91.48 % del total, seguido de los suscitados en calles o jirones con 6.25 % y otros no identificados con 2.27 %. Prosiguiendo con la data de los accidentes se determinó el lugar de ocurrencia de los accidentes de tránsito, ya sea en intersección, tramo recto, curva o no identificado, es así que en la Tabla 9 y Figura 22 se muestra que la mayor cantidad de accidentes se dio en los tramos rectos con 69.32 %, continuando con los no identificados con 23.86 %, en las intersecciones con 4.55 % y en curvas con 2.27 %. Asimismo, acorde a la Tabla 10 y Figura 23 se especifica la cantidad de accidentes por tipo, donde los mayores porcentajes se dan por colisión en un 30.68 %, seguido de despiste con 21.02 %; mientras que, en menor cantidad se dio por volcadura con 0.57 %.

Por último, con lo señalado anteriormente y de acuerdo al levantamiento topográfico realizado tal como se muestra en los planos, se logró determinar que en el sector del km 94 y km 95 del distrito de Sincos, se cuenta con una pendiente de 3 % lo cual es apto para la ubicación de la rampa de frenado.



Esta consideración se fundamenta en lo realizado por Cotton de León (2016) con su tesis “Consideraciones de rampas para frenado de emergencia en carreteras” y Calderón y Palacios (2006) en su investigación “Propuesta de rampa de frenado para la autopista gran mariscal de Ayacucho tramo Petare - Guarenas, Edo. Miranda” quienes establecen que los factores importantes para la ubicación de la rampa de frenado corresponde al estudio de la cantidad de vehículos que circulan sobre las principales autopistas, el estado actual de las vías y las estadística de accidentes, muertes y lesiones en la zona de estudio; por lo tanto, se concuerda con tales investigaciones.

## **5.2. Características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO**

Según la hipótesis planteada las características físicas de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central serán de acuerdo a la estipulado por la norma AASHTO; es así se consideró como características de la rampa de frenado, el acceso, el ancho, su longitud, el espesor, las características del material (agregado), el drenaje y subdrenaje; es así que, se optó por un acceso adyacente a la carretera central de 50 m con una inclinación de 5° tal como se muestra en el plano UL – 05 (ver Anexo N° 07), en cuanto al ancho de la rampa se consideró de 12 m, con un ancho de servicio de 5 m del lado derecho y de 2 m del lado izquierdo haciendo un total de 19 m tal como se puede observar en el plano UL – 05 (ver Anexo N° 07); para la longitud, se midió la velocidad promedio por tipo de vehículo en la zona de estudio, tal como se muestra en la Tabla 11 y Figura 24 donde las mayores velocidades se da por las camionetas con 100 km/h seguido de los semitrailers con 95.53 km /h; por lo tanto siguiendo la (Ecuación 1, la Tabla 1 considerando grava suelta fue de 0.1 y la pendiente del lecho de frenado de 0 % se logró obtener una longitud efectiva de 393.70 m; no obstante, acorde a SCT (2016), la longitud total de frenado ( $L_L$ ) debe ser el 25 % más de la

longitud efectiva resultando de acuerdo a la (Ecuación 2 de 492.13 m; es así que se consideró una longitud de 492.15 m.

En cuanto al espesor mínimo que se consideró fue desde 0.10 m llegando a 1.00 m, además se propone colocar en forma de caja con taludes de 2/3:1, esto para evitar las desaceleraciones excesivas y de acuerdo a las recomendaciones del SCT (2016).

El material del lecho de frenado fue de acuerdo a lo estipulado por el Manual de seguridad vial (MTC, 2017) en concordancia con la AASHTO (2011), es decir material árido redondeado con gradación casi uniforme y sin contaminación; lo cual facilitará el mantenimiento y reduciendo los problemas relacionados a humedad y congelamiento; asimismo, se optó por cumplir lo estipulado por la norma mexicana NOM – 036 – SCT2 – 2016 lo referido tal como se detalla en la Tabla 2 y en el anexo N° 05.

Finalmente, para el drenaje y subdrenaje se consideró una intensidad de lluvia de 125 mm/h y el área servida tanto longitudinalmente y transversalmente, siendo así que según la Tabla 12 longitudinalmente se tiene un área total de 5905.800 m<sup>2</sup> en la cual drenará un total de 0.20 m<sup>3</sup>/s y siguiendo lo calculado con ayuda del programa Hcanales V 3.0 (Figura 25) se tiene que con una tubería de 0.315 m con rugosidad de 0.01 (PVC) y pendiente de 0.02 m/m (2 %), el posible transportar 0.20 m<sup>3</sup>/s siendo lo requerido 0.20 m<sup>3</sup>/s; por lo tanto, se consideró esta tubería como apta para el drenaje longitudinal; para el drenaje transversal se tiene un total de área servida de 1200 m<sup>2</sup>, entonces con la intensidad especificada de 125 mm/h el caudal total será de 0.04 m<sup>3</sup>/s, del mismo modo con una tubería de 0.20 m con rugosidad de 0.01 (PVC) y pendiente de 0.01 m/m (1 %), el posible transportar 0.040 m<sup>3</sup>/s siendo lo requerido 0.04 m<sup>3</sup>/s; por lo tanto, se consideró esta tubería como apta para el drenaje transversal.

No obstante, se resalta también lo considerado por Echaveguren y Vargas (2013) en su investigación “Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad”, pues la normativa debe considerar adicionalmente el perfil

del sistema de frenados, el peso del vehículo y la geometría de la pendiente complementarias a lo propuestos por la AASHTO.

Otro aspecto importante, tal como señala Cobeñas (2012) en su investigación “Sistemas de contención” es si bien existen normas extranjeras de las que se toman referencia para plasmarlos en una realidad local, es importante que estas modificaciones sean en función a la realidad de cada país para así y que no alteren la esencia de la mismas, pues solo así se logra obtener la seguridad de los usuarios, en este caso con las rampas de frenado; por lo tanto, se concuerda con lo especificado en esta investigación.

### **5.3. Seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO**

Del mismo modo, según la hipótesis planteada que se asegurará la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central con la implementación de preseñalización, señales de dirección, señales de ingreso a la rampa, demarcación y delineación; es así que, complementó lo especificado por la norma AASHTO con el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (R.D. N° 016 – 2016 MTC/14) (MTC, 2016), siendo así que se consideró una preseñalización ubicada la primera a 2 km y la segunda a 500 m antes del inicio de la rampa de frenado tal como se muestra en la Figura 27, además, se consideró la señal de dirección a la salida hacia la rampa de frenado, con un mínimo de 200 a 300 m antes de su inicio, adicionalmente se estableció la señal de ingreso a la rampa de emergencia en la zona de bifurcación indicando el ingreso a la rampa de frenado tal como se muestra en la Figura 29, asimismo, se consideró la demarcación con un mínimo de 1 km antes del inicio de la rampa de frenado, con una línea continua de color rojo de 15 cm de ancho reforzado con tachas rojas cada 5 m, que indica la trayectoria hasta la llegada de la misma. Además, se consideró dos señales informativas que indiquen “Vehículos sin frenos siga la línea roja”, donde la primera se ubica al inicio de la línea roja y la segunda a 300 m antes del inicio de la

rampa de emergencia, esto se muestra Figura 30 y Figura 31. Por último, se consideró la delineación de la rampa de color rojo y blanco ubicado en ambos costados de la rampa cada 5 m según la Figura 32.

Finalmente, se complementa con lo señalado por Cobeñas (2012) en su investigación “Sistemas de contención” es si bien existen normas extranjeras de las que se toman referencia para plasmarlos en una realidad local, es importante que estas modificaciones sean en función a la realidad de cada país para así y que no alteren la esencia de la mismas, pues solo así se logra obtener la seguridad de los usuarios, en este caso con las rampas de frenado; por lo tanto, se concuerda con esta investigación.

## CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño de la rampa de frenado según la norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, de acuerdo a las características topográficas y ocurrencia de accidentes en el km 94 y 95 en el distrito de Sincos.
2. Acorde al índice medio anual de 4438 vehículos de la zona de estudio, distribuida por automóviles con 36.16 %, SW con 9.35 %, camionetas de 9.46 %, paneles con 6.22 %, camionetas rurales con 15.55 %, micros con 2.43 %, ómnibus con 2.37 %, camiones con 11.38 %, semitrayer con 6.87 % y traylers con 0.20 %, el número de accidentes suscitados en el año 2016 de 125 y 2017 con 51, donde el 91.48 % se dio en la carretera central y en tramos rectos con 69.32 %; adicionalmente con la pendiente mayor a 5° de la zona de estudio se logró ubicar la rampa de frenado en km 94 y km 95 en el distrito de Sincos, provincia de Jauja del departamento de Junín.
3. Las características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, correspondió a un acceso adyacente a la carretera central de 50 m con una inclinación de 5°, el ancho de la rampa de 12 m, con un ancho de servicio de 5 m del lado derecho y de 2m del lado izquierdo haciendo un total de 19 m, la longitud con una velocidad máxima de 100 km/h de acuerdo a lo medido en campo, se estableció una longitud efectiva de 393.70 m y longitud total (25 % más) de 492.15 m; el espesor del lecho de frenado se consideró fue desde 0.10 m llegando a 1.00 m, además se propone colocar en forma de caja con taludes de 2/3:1; el material del lecho de frenado material árido redondeado con gradación casi uniforme y sin contaminación; por último para el drenaje y subdrenaje se consideró longitudinalmente una tubería de 0.30 m de PVC y transversalmente tuberías de 0.20 m de PVC.
4. La manera de garantizar la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, correspondió al establecimiento de la preseñalización ubicada una a 2 km y la segunda a 500 m antes del inicio de la rampa de frenado; la señal de

dirección a la salida hacia la rampa de frenado, con un mínimo de 200 a 300 m antes de su inicio; la seña de ingreso a la rampa de emergencia ubicada en la zona de bifurcación, que indica el ingreso a la rampa de frenado; la demarcación que va antes del inicio de la rampa con un mínimo de 1 km, además de la demarcación con una línea continua de color rojo de 15 cm de ancho reforzado con tachas rojas cada 5 m que indica su trayectoria; dos señales informativas donde la primera se ubica al inicio de la línea roja y la segunda a 300 m antes del inicio de la rampa de emergencia; por último la delineación de la rampa que corresponde al color rojo y blanco en ambos lados de la rampa de frenado cada 5 m.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el diseño de rampas de frenado, la medición de la velocidad promedio, pues es un factor fundamental para el dimensionamiento de la misma.
2. Se recomienda a fin de complementar el diseño de rampas de frenado, se debe considerar modelos matemáticos que relacionen la velocidad del vehículo, el factor de rodadura del material y la longitud de la rampa de frenado a fin de obtener una dinámica que vaya acorde al entorno físico.
3. Se recomienda para el diseño de rampa de frenado complementar lo estipulado por la norma AASHTO 2011 con la normativa de cada región o país, pues así se adapta a la realidad local.
4. Se recomienda en la ejecución de la rampa de frenado realizar una señalización correcta, suficiente y adecuada tanto horizontal y vertical a fin de otorgar una confianza suficiente a los conductores para la realización de las maniobras antes del ingreso al lecho de frenado hasta que logren detenerse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (Sexta). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. Agenda País. (2020). Accidentes de tránsito: En el 2020 se proyecta 95 989 siniestros viales. Recuperado de <https://agendapais.com/actualidad/accidentes-de-transito-en-el-2020-se-proyecta-95989-siniestros-viales/>
3. Calderón, C., & Palacios, S. (2006). *Propuesta de rampa de frenado para la autopista gran mariscal de Ayacucho tramo Petare - Guarenas, Edo. Miranda*. Universidad José María Vargas.
4. Cobeñas, P. (2012). *Sistemas de contención vehicular* (Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1751>
5. Cotton de León, P. (2016). *Consideraciones para el diseño de rampas para frenado de emergencia en carreteras* (Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/3328>
6. Echaveguren, T., & Vargas, S. (2013). Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad. *Revista Ingeniería de Construcción*, 28, 221–235. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v28n3/art01.pdf>
7. Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
8. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. En *Mc Graw Hill* (5°). México D.F.
9. INEI. (2017). Perú - VI Censo Nacional de Comisarías 2017. Recuperado de [http://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/657/get\\_microdata](http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/657/get_microdata)
10. Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *Cienciamérica*, 3, 34–39. Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66175>



- 11.MTC. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* (p. 57). p. 57. Recuperado de [http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones\\_arch/Glosario\\_270808\\_final.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/Glosario_270808_final.pdf)
- 12.MTC. (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras* (p. 532). p. 532. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)
- 13.MTC. (2017). *Manual de seguridad vial*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)
- 14.RAE. (2017). Real Academia Española. Recuperado de <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.
- 15.SCT. (2016). *Rampas de emergencia para frenado de carreteras* (p. 18). p. 18. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=5094562](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5094562)
- 16.Supo, J. (2014). *Seminarios de investigación científica* (Segunda). Arequipa - Perú: Bioestadístico.
- 17.Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (Cuarta). Balderas 95, México, D.F.: Editorial Limusa S.A. de C.V.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia**

**Matriz de consistencia**

**Tesis: “Diseño de rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha”**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Operacionalización de Variables</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Dónde se ubicará la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha? b) ¿Cuáles serán las características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha? c) ¿De qué manera asegurar la seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Diseñar la rampa de frenado según la norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar la ubicación de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha. b) Establecer las características físicas de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha. c) Determinar de qué manera asegurar la seguridad de la rampa de frenado según la norma AASHTO para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El diseño de la rampa de frenado según norma AASHTO 2011 para la reducción de velocidad en la carretera central margen derecha, dependerá de las características topográficas y ocurrencia de accidentes.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) Se ubicará la rampa de frenado según la norma AASHTO según el volumen de tráfico, las características topográficas y la ocurrencia de accidentes. b) Las características físicas de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central serán de acuerdo a lo estipulado por la norma AASHTO. c) Se asegurará la seguridad de la rampa de frenado para la reducción de velocidad en la carretera central con la implementación de preseñalización, señales de dirección, señales de ingreso a la rampa, demarcación y delineación.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> Rampa de frenado.</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> Velocidad</p> <p><b>Dimensiones</b> - Ubicación  - Características físicas.  - Seguridad  - Velocidad por tipo de vehículo</p> <p><b>Indicadores</b> - Índice medio anual. - Número de accidentes. - Pendiente.  - Acceso. - Ancho. - Longitud. - Espesor. - Material. - Drenaje y subdrenaje. - Rescate de vehículos.  - Elementos de seguridad. - Señalización  - Distancia. - Tiempo.</p>	<p><b>Método general:</b> Método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo – explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental.</p> <p><b>Población:</b> correspondió a la carretera central desde la provincia de Jauja a Huancayo, en el departamento de Junín, a la que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones denomina como PE – 3S B involucrando los tramos JU 837, JU 840, JU 842 y JU 889, haciendo un total de 39.8 km. <b>Muestra:</b> La muestra de acuerdo al tipo de muestreo intencional o dirigido, correspondió al sector del km 94 y 95 del distrito de Sincos, provincia de Jauja del departamento de Junín, pues cuenta con una pendiente mayor a 5 % y se da la mayor ocurrencia de accidentes.</p>

## **Anexo N° 02: Conteo vehicular**

Tabla 13. Conteo vehicular día 1.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo		: I						Departamento		: Junín		Ubicación		Progresiva 0+094										
Cod. Estación		: N° 01						Provincia		: Jauja		Sentido		Ambos sentidos										
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla						Distrito		: Sincos		Día		Jueves				Fecha		21-Nov-19				
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión				Semitrailers					Traylers				Total	Porcentaje	
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
00:00:00	01:00:00	29	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	38	0.88
01:00:00	02:00:00	48	0	3	0	0	0	0	0	1	1												53	1.23
02:00:00	03:00:00	53	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	72	1.68
03:00:00	04:00:00	47	0	6	0	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	67	1.56
04:00:00	05:00:00	36	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.95
05:00:00	06:00:00	55	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	155	3.61
06:00:00	07:00:00	63	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	0	204	4.75
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	6	9	10	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	0	250	5.82
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	269	6.26
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	0	274	6.38
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	0	8	0	0	1	0	240	5.58
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	2	26	0	1	0	0	264	6.14
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	0	214	4.98
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	0	217	5.05
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	0	222	5.17
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	0	220	5.12
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	0	264	6.14
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	0	12	0	1	0	1	0	271	6.31
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	0	246	5.72
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	0	232	5.40
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	1	186	4.33
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.63
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.95
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.37
Total IMDS:		1551.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	61.00	302.00	149.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	15.00	229.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4298.00	100.00
Porcentaje:		36.09	9.42	9.52	6.26	15.68	2.44	0.93	1.42	7.03	3.47	0.74	0.16	0.19	0.44	0.33	0.35	5.33	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	

Tabla 14. Conteo vehicular día 2.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo												Departamento		: Junín		Ubicación		Progresiva 0+094						
Cod. Estación		: N° 01										Provincia		: Jauja		Sentido		Ambos sentidos						
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla										Distrito		: Sincos		Día		Viernes		Fecha		22-Nov-19		
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión			Semitrailers					Trailers			Total	Porcentaje			
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3			C3R2	C3R3	
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	40	0.93	
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.18	
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	70	1.62	
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	66	1.53	
04:00:00	05:00:00	48	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	96	2.22	
05:00:00	06:00:00	55	18	14	11	23	3	2	12	11	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	157	3.63	
06:00:00	07:00:00	71	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	212	4.91	
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	6	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	251	5.81	
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	0	1	1	11	0	0	1	269	6.23	
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	274	6.34	
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	0	9	0	0	1	241	5.58	
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	3	26	0	1	0	265	6.13	
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	214	4.95	
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	217	5.02	
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	222	5.14	
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	220	5.09	
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	264	6.11	
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	2	0	12	0	1	0	271	6.27	
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	246	5.69	
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	232	5.37	
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	1	186	4.31	
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	113	2.62	
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	84	1.94	
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	1.37	
Total IMDS:		1568.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	61.00	304.00	150.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	16.00	230.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4320.00	100.00
Porcentaje:		36.30	9.38	9.47	6.23	15.60	2.43	0.93	1.41	7.04	3.47	0.74	0.16	0.19	0.44	0.32	0.37	5.32	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	

Tabla 15. Conteo vehicular día 3.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo		: I					Departamento		: Junín					Ubicación		Progresiva 0+094								
Cod. Estación		: N° 01					Provincia		: Jauja					Sentido		Ambos sentidos								
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla					Distrito		: Sincos					Día		Sábado					Fecha	23-Nov-19		
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión				Semitraylers					Traylers				Total	Porcentaje	
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	40	0.93
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.18
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	70	1.62	
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	66	1.53	
04:00:00	05:00:00	48	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	96	2.22	
05:00:00	06:00:00	56	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	156	3.61	
06:00:00	07:00:00	71	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	212	4.91	
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	6	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	251	5.81	
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	269	6.23	
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	274	6.34	
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	9	0	0	1	0	241	5.58	
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	2	26	0	1	0	264	6.11	
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	214	4.95	
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	3	10	1	0	0	218	5.05	
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	222	5.14	
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	220	5.09	
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	264	6.11	
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	2	0	12	0	1	0	271	6.27	
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	246	5.70	
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	232	5.37	
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	186	4.31	
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.62	
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.94	
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.37	
Total IMDS:		1569.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	61.00	302.00	150.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	16.00	230.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4319.00	100.00
Porcentaje:		36.33	9.38	9.47	6.23	15.61	2.43	0.93	1.41	6.99	3.47	0.74	0.16	0.19	0.44	0.32	0.37	5.33	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	



Tabla 16. Conteo vehicular día 4.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo		: I					Departamento		: Junín		Ubicación		Progresiva 0+094											
Cod. Estación		: N° 01					Provincia		: Jauja		Sentido		Ambos sentidos											
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla					Distrito		: Sincos		Día		Domingo		Fecha		24-Nov-19							
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión				Semitrayers					Trayers				Total	Porcentaje	
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	40	0.93
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.18
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	70	1.62
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	66	1.53
04:00:00	05:00:00	48	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	96	2.22
05:00:00	06:00:00	56	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	156	3.61
06:00:00	07:00:00	71	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	0	212	4.91
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	7	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	0	252	5.83
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	269	6.23
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	0	274	6.34
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	0	9	0	0	1	0	241	5.58
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	2	28	0	1	0	0	266	6.16
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	0	214	4.95
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	0	217	5.02
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	0	222	5.14
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	0	220	5.09
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	0	264	6.11
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	0	2	0	1	0	1	0	271	6.27
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	0	246	5.69
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	0	232	5.37
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	1	186	4.30
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.62
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.94
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.37
Total IMDS:		1569.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	62.00	302.00	150.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	15.00	232.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4321.00	100.00
Porcentaje:		36.31	9.37	9.47	6.23	15.60	2.43	0.93	1.43	6.99	3.47	0.74	0.16	0.19	0.44	0.32	0.35	5.37	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	

Tabla 17. Conteo vehicular día 5.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo		: I					Departamento		: Junín					Ubicación		Progresiva 0+094								
Cod. Estación		: N° 01					Provincia		: Jauja					Sentido		Ambos sentidos								
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla					Distrito		: Sincos					Día		Lunes		Fecha		25-Nov-19				
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión			Semitrayers					Trayers				Total	Porcentaje		
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			C3R3	
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	40	0.93
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.18
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	70	1.62
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	66	1.53
04:00:00	05:00:00	48	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	96	2.22
05:00:00	06:00:00	56	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	156	3.61
06:00:00	07:00:00	71	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	0	212	4.91
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	6	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	0	251	5.81
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	269	6.22
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	14	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	0	277	6.41
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	0	9	0	0	1	0	241	5.58
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	2	26	0	1	0	0	264	6.11
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	0	214	4.95
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	0	217	5.02
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	0	222	5.14
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	0	220	5.09
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	0	264	6.11
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	0	0	12	0	1	0	1	271	6.27
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	14	1	0	0	0	247	5.71
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	0	232	5.37
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	1	186	4.30
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.61
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.94
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.37
Total IMDS:		1569.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	61.00	302.00	153.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	15.00	231.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4322.00	100.00
Porcentaje:		36.30	9.37	9.46	6.22	15.59	2.43	0.93	1.41	6.99	3.54	0.74	0.16	0.19	0.44	0.32	0.35	5.34	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	

Tabla 18. Conteo vehicular día 6.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																								
Tramo		: I					Departamento		: Junin					Ubicación		Progresiva 0+094								
Cod. Estación		: N° 01					Provincia		: Jauja					Sentido		Ambos sentidos								
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla					Distrito		: Sincos					Día		Martes		Fecha		26-Nov-19				
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibus		Camión				Semitraylers					Traylers				Total	Porcentaje	
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	40	0.93	
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.18	
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	70	1.62	
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	66	1.53	
04:00:00	05:00:00	50	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	98	2.27	
05:00:00	06:00:00	56	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	156	3.61	
06:00:00	07:00:00	71	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	212	4.91	
07:00:00	08:00:00	73	30	31	19	47	8	3	6	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	251	5.81	
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	14	13	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	269	6.22	
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	274	6.34	
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	2	0	9	0	0	1	0	241	5.58	
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	11	3	2	0	4	1	2	26	0	1	0	264	6.11	
12:00:00	13:00:00	89	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	216	5.00	
13:00:00	14:00:00	86	14	13	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	217	5.02	
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	222	5.14	
15:00:00	16:00:00	78	15	17	13	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	220	5.09	
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	264	6.11	
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	2	0	12	0	1	0	271	6.27	
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	246	5.69	
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	232	5.37	
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	186	4.30	
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.61	
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.94	
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.37	
Total IMDS:		1573.00	405.00	409.00	269.00	674.00	105.00	40.00	61.00	302.00	150.00	32.00	7.00	8.00	19.00	14.00	15.00	230.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4322.00	100.00
Porcentaje:		36.40	9.37	9.46	6.22	15.59	2.43	0.93	1.41	6.99	3.47	0.74	0.16	0.19	0.44	0.32	0.35	5.32	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00	

Tabla 19. Conteo vehicular día 7.

CONTEO VEHICULAR JAUJA - HUANCAYO																									
Tramo		: I					Departamento					: Junin			Ubicación					Progresiva 0+094					
Cod. Estación		: N° 01					Provincia					: Jauja			Sentido					Ambos sentidos					
Referencia de Estación		: Restaurante Santa Anita de la Granja a la Olla					Distrito					: Sincos			Día					Miércoles		Fecha	27-Nov-19		
Hora	Automóvil	SW	Camioneta	Panel	Camioneta Rural	Micro	Omnibús		Camión				Semitrailers					Traylers				Total	Porcentaje		
							B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
00:00:00	01:00:00	31	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	40	0.92
01:00:00	02:00:00	46	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.17
02:00:00	03:00:00	51	1	6	0	1	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	70	1.61	
03:00:00	04:00:00	46	0	6	0	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	66	1.52	
04:00:00	05:00:00	48	8	2	5	9	0	1	8	6	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	96	2.21	
05:00:00	06:00:00	56	18	14	11	23	3	2	12	9	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	156	3.59	
06:00:00	07:00:00	73	23	22	17	35	5	2	8	12	2	1	0	0	0	1	3	9	0	0	1	0	214	4.92	
07:00:00	08:00:00	73	30	37	19	47	8	3	6	9	11	2	0	0	1	2	2	7	0	0	0	0	257	5.91	
08:00:00	09:00:00	75	36	27	23	54	9	4	0	19	13	0	0	0	0	1	1	11	0	0	0	1	274	6.30	
09:00:00	10:00:00	69	37	39	19	55	10	5	0	16	11	1	2	0	1	1	0	8	0	0	0	0	274	6.30	
10:00:00	11:00:00	76	27	34	17	43	8	2	0	9	10	2	0	1	3	0	0	9	0	0	1	0	242	5.56	
11:00:00	12:00:00	98	12	39	11	30	7	0	2	15	19	3	2	0	4	1	2	26	0	1	0	0	272	6.25	
12:00:00	13:00:00	87	13	31	12	31	4	0	2	16	5	0	0	2	1	0	1	9	0	0	0	0	214	4.92	
13:00:00	14:00:00	86	14	15	13	32	6	0	3	23	8	3	0	0	2	1	2	10	1	0	0	0	219	5.03	
14:00:00	15:00:00	82	13	18	12	31	8	2	2	27	8	2	1	1	2	0	1	12	0	0	0	0	222	5.10	
15:00:00	16:00:00	78	15	20	19	33	5	2	4	20	12	1	1	0	1	2	1	15	0	0	0	0	229	5.26	
16:00:00	17:00:00	72	36	14	23	54	9	3	2	19	10	2	0	0	2	1	0	17	0	0	0	0	264	6.07	
17:00:00	18:00:00	81	34	18	21	52	8	4	1	20	9	3	0	2	2	2	0	12	0	1	0	1	271	6.23	
18:00:00	19:00:00	69	32	13	20	48	6	4	0	23	9	4	1	1	0	1	1	13	1	0	0	0	246	5.65	
19:00:00	20:00:00	76	22	19	16	40	4	2	0	24	7	2	0	1	1	0	1	17	0	0	0	0	232	5.33	
20:00:00	21:00:00	72	14	14	11	30	2	3	0	17	4	4	0	0	0	1	0	13	0	0	0	1	186	4.27	
21:00:00	22:00:00	51	10	12	4	15	2	1	0	9	2	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	113	2.60	
22:00:00	23:00:00	38	9	6	1	9	1	0	0	7	5	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	84	1.93	
23:00:00	00:00:00	37	1	8	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	59	1.36	
Total IMDS:		1571.00	405.00	420.00	275.00	674.00	105.00	40.00	61.00	307.00	158.00	32.00	7.00	8.00	20.00	14.00	15.00	230.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4351.00	100.00	
Porcentaje:		36.11	9.31	9.65	6.32	15.49	2.41	0.92	1.40	7.06	3.63	0.74	0.16	0.18	0.46	0.32	0.34	5.29	0.05	0.05	0.05	0.07	100.00		

### **Anexo N° 03: Ficha de medición de velocidad**



Realizado	Marlon Giovanni Valencia Parraga								
Fecha	Nov-19								
Ubicación:	km 94 - km 95 (distrito de Sincos - provincia de Jauja - departamento Junín)								
Tipo de vehículo	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Promedio	Tipo de vehículo	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Promedio
Automovil	300	11.3	95.58	94.88	Micro	300	12.2	88.52	82.13
	300	12.6	85.71			300	12.8	84.38	
	300	10.3	104.85			300	13.3	81.20	
	300	11.4	94.74			300	14.3	75.52	
	300	11.2	96.43			300	12.4	87.10	
	300	10.3	104.85			300	14.3	75.52	
	300	11.6	93.10			300	13.6	79.41	
	300	12.2	88.52			300	14.6	73.97	
	300	10.8	100.00			300	12.5	86.40	
	300	12.7	85.04			300	12.1	89.26	
SW	300	11.7	92.31	90.69	Omnibus	300	12.2	88.52	87.65
	300	12.6	85.71			300	12.8	84.38	
	300	12.4	87.10			300	12.6	85.71	
	300	11.6	93.10			300	12.3	87.80	
	300	11.9	90.76			300	11.9	90.76	
	300	12.9	83.72			300	13.3	81.20	
	300	11.8	91.53			300	11.7	92.31	
	300	10.6	101.89			300	11.6	93.10	
	300	11.2	96.43			300	11.8	91.53	
	300	12.8	84.38			300	13.3	81.20	
Camioneta	300	11.8	91.53	100.00	Camión	300	10.5	102.86	82.95
	300	10.7	100.93			300	14.3	75.52	
	300	10.2	105.88			300	13.5	80.00	
	300	10.8	100.00			300	10.3	104.85	
	300	10.9	99.08			300	11.5	93.91	
	300	9.8	110.20			300	10.8	100.00	
	300	11.3	95.58			300	16.3	66.26	
	300	10.8	100.00			300	14.3	75.52	
	300	11.5	93.91			300	16.8	64.29	
	300	10.5	102.86			300	16.3	66.26	
Panel	300	11.3	95.58	82.32	Semitrayler	300	11.2	96.43	95.53
	300	13.2	81.82			300	10.9	99.08	
	300	14.3	75.52			300	11.4	94.74	
	300	12.6	85.71			300	10.6	101.89	
	300	15.8	68.35			300	11.8	91.53	
	300	13.6	79.41			300	10.8	100.00	
	300	12.4	87.10			300	11.8	91.53	
	300	11.2	96.43			300	10.2	105.88	
	300	14.4	75.00			300	12.2	88.52	
	300	13.8	78.26			300	12.6	85.71	
Camioneta rural	300	13.1	82.44	93.95	Trayler	300	15.5	69.68	70.97
	300	12.6	85.71			300	16.2	66.67	
	300	16.3	66.26			300	14.2	76.06	
	300	8.9	121.35			300	16.3	66.26	
	300	10.56	102.27			300	16.2	66.67	
	300	10.63	101.60			300	15.7	68.79	
	300	11.3	95.58			300	14.2	76.06	
	300	10.3	104.85			300	14.3	75.52	
	300	9.8	110.20			300	14.8	72.97	
	300	15.6	69.23			300	15.2	71.05	

## **Anexo N° 04: Puntos del levantamiento topográfico**

Tabla 20. Puntos del levantamiento topográfico.

Número	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)	Descripción
1	8684826.000	458833.000	3286.000	Estación
2	8684959.699	458587.799	3291.068	P1
3	8684727.117	459032.295	3308.012	P2
4	8684702.749	459020.657	3308.121	P3
5	8684932.047	458570.275	3292.457	P4
6	8685017.692	458485.873	3291.645	P5
7	8684999.356	458463.573	3291.854	P6
8	8684974.733	458503.212	3292.052	P7
9	8684997.631	458525.048	3291.156	P8
10	8684975.386	458563.077	3290.450	P9
11	8684949.047	458545.398	3293.167	P10
12	8684900.089	458624.215	3290.328	P11
13	8684934.291	458641.210	3290.571	P12
14	8684876.631	458679.237	3289.861	P13
15	8684904.263	458701.420	3287.744	P14
16	8684862.600	458777.185	3285.548	P15
17	8684842.267	458756.849	3287.191	P16
18	8684817.190	458863.269	3286.843	P17
19	8684797.583	458836.034	3289.965	P18
20	8684782.512	458927.697	3288.665	P19
21	8684758.169	458916.686	3294.238	P20



## **Anexo N° 05: Ensayos**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA GRANULOMETRIA DE AGREGADOS, GRUESO Y GLOBAL

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS MTC E 204-2000

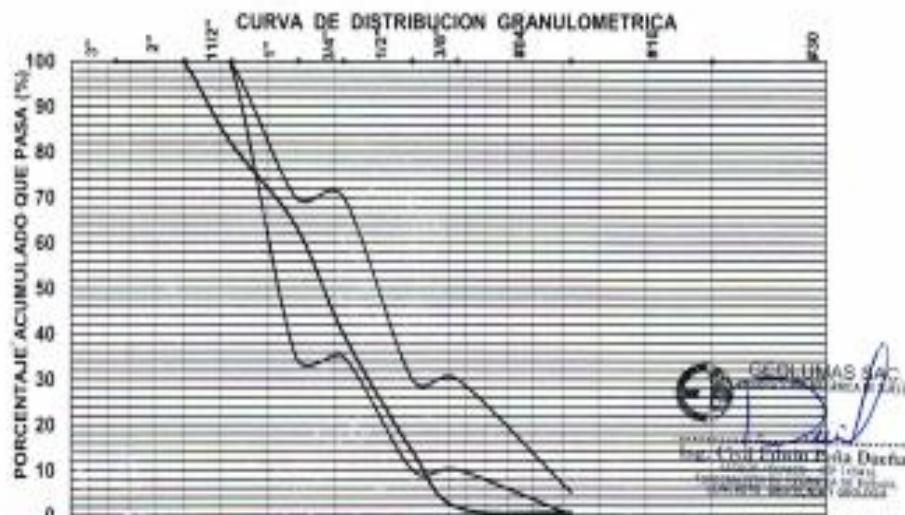
N.T.P. 400.012

SOLICITADO : BACH. VALENCIA PARRAGA MARLON GIOVANNI  
 OBRA : TESIS: DISEÑO DE RAMPA DE FRENADO SEGÚN NORMA AASHTO 2011 PARA LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA CENTRAL MARGEN DERECHA  
 FECHA : AGOSTO-2020  
 CANTERA : CHUPURO (RIO MANTARO)  
 MUESTRA : M-1

Pág. 01 de 03

CANTERA " CHUPURO (RIO MANTARO) " - M1					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 15 kg					
TAMIZ		Peso Retenido (gr)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Polg.	mm				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	2647.50	17.65	17.65	82.35
1"	25.400	2808.00	18.72	36.37	63.63
3/4"	19.050	3579.00	23.86	60.23	39.77
1/2"	12.700	3859.50	25.73	85.96	14.04
3/8"	9.525	1873.50	12.49	98.45	1.55
#4	4.760	181.50	1.21	99.66	0.34
FONDO		51.00	0.34	100.00	0.00
TOTAL		15000.00	100.00	-	-

TM	2"
TMN	1 1/2"
MF	7.7599



JR 29 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
 RUC. 20568764995.

CEL 988111156, RPM 8968111156



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACION EN  
AGREGADOS GRANULOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**ABRASION DE LOS ANGELES MTC E 207-2009**  
**N.T.P. 400.019**

**SOLICITADO :** BACH. VALENCIA PARRAGA MARLÓN GIOVANNI  
**OBRA :** TESIS, DISEÑO DE RAMPA DE FRENADO SEGÚN NORMA AASHTO 2011 PARA LA  
REDUCCIÓN DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA CENTRAL MARGEN DERECHA  
**FECHA :** AGOSTO-2020  
**CANTERA :** CHUPURO (RIO MANTARO) Pag. 02 de 03  
**MUESTRA :** M-1

TAMIZ	GRADACION	
	A (g)	A (g)
1 1/2" - 1"	1250.000	1250.00
1" - 3/4"	1250.000	1250.00
3/4" - 1/2"	1250.000	1250.00
1/2" - 3/8"	1250.000	1250.00
3/8" - 1/4"	—	—
1/4" - N°4	—	—
N°4 - N°8	—	—
TOTAL	5000.000	5000.000
RETIENE LA MALLA N° 12	3612.000	3763.00
TOTAL DE DESGASTE	1388.000	1237.000
% DE DESGASTE	27.76%	24.74%
PROMEDIO	26.25%	

  
**Ing. Civil Edwin Peña Duchán**  
AUTOR TÉCNICO  
PARTICIPANTE EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PARTICULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS MTC E 221-2000  
N.T.P. 400.040**

**SOLICITADO :** BACH. VALENCLIA PARRAGA MARLON GIOVANNI

**OBRA :** TESIS; DISEÑO DE RAMPA DE FRENADO SEGUN NORMA AASHITO 2011 PARA LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA CENTRAL MARGEN DERECHA

**FECHA :** AGOSTO-2020

**CANTERA :** CHUPURO (RIO MANTARO)

**MUESTRA :** M-1

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995.

CEL 988111156, RPM #068111156

PASA	TAMIZ	RETENIDO (gr)	% RETENIDO	PASANTE (gr)	% PASANTE	PLANAS	RETENIDO (gr)	PASANTE (gr)	% PASANTE	ALARGADAS
	RETENE									
2"	1 1/2"	936.000	20.504	0.000	0.0%	0.0%	936.000	0.000	0.0%	0.0%
1 1/2"	1"	648.000	14.195	0.000	0.0%	0.0%	648.000	0.000	0.0%	0.0%
1"	3/4"	1136.000	24.885	24.000	2.1%	0.9%	1136.000	19.000	1.7%	0.6%
3/4"	1/2"	956.000	20.942	13.000	1.4%	0.3%	956.000	12.000	1.3%	0.3%
1/2"	3/8"	514.000	11.260	10.000	1.9%	0.3%	514.000	10.000	1.9%	0.4%
3/8"	1/4"	375.000	8.215	9.000	2.4%	0.4%	375.000	8.000	2.1%	0.3%
<b>SUB TOTAL</b>		<b>4565.000</b>	<b>100.000</b>	<b>56.000</b>	<b>2.0%</b>	<b>2.0%</b>	<b>4565.000</b>	<b>49.000</b>	<b>2.1%</b>	<b>1.7%</b>
<b>PORCENTAJE DE CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>										<b>3.66%</b>


**GEOLUMAS SAC.**  
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
 ASISTENTE TÉCNICO - CP 14510  
 ESPECIALISTA EN MEDICIÓN DE SUELOS  
 HABILITADO GEOTECNIA Y GEOLÓGICA

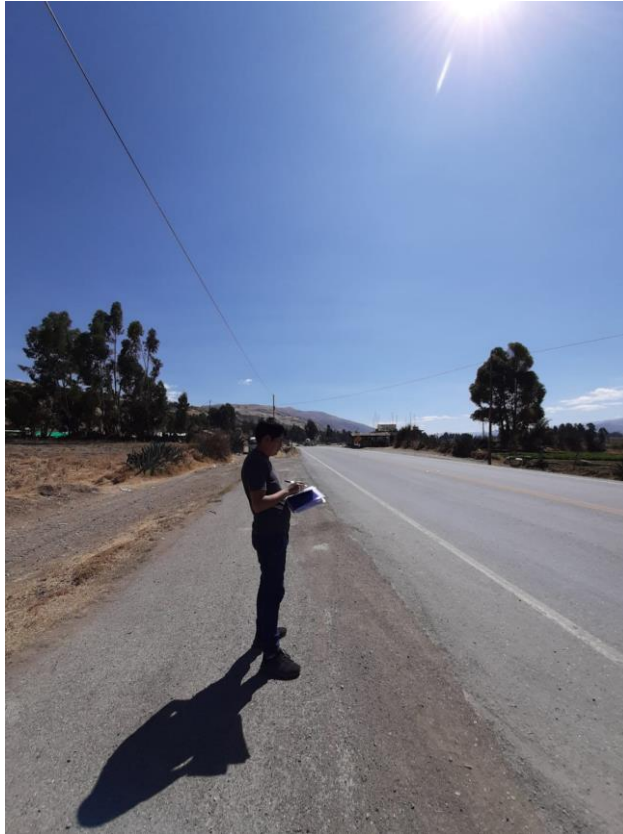
## **Anexo N° 06: Panel fotográfico**



Fotografía 1. Conteo vehicular en la vía de estudio margen derecho.



Fotografía 2. Conteo vehicular en la vía de estudio, margen izquierdo de la vía.



Fotografía 3. Preparación para la medición de la velocidad en la vía de estudio.



Fotografía 4. Medido de la velocidad de un vehículo pesado.



Fotografía 5. Preparación para el levantamiento topográfico en la zona de estudio.



Fotografía 6. Levantamiento topográfico en la zona de estudio.





Fotografía 7. Inspección para la propuesta del material en el lecho de frenado.



Fotografía 8. Acopio de material del lecho de frenado para su estudio.

## **Anexo N° 07: Planos**

- Ubicación y localización (UL – 01).
- Vista en planta de la rampa de frenado (UL – 02).
- Perfil longitudinal (UL – 03).
- Secciones transversales (UL – 04).
- Detalle de rampa de frenado (UL – 05).



**UBICACION AMERICA DEL SUR**



**UBICACION NACIONAL**



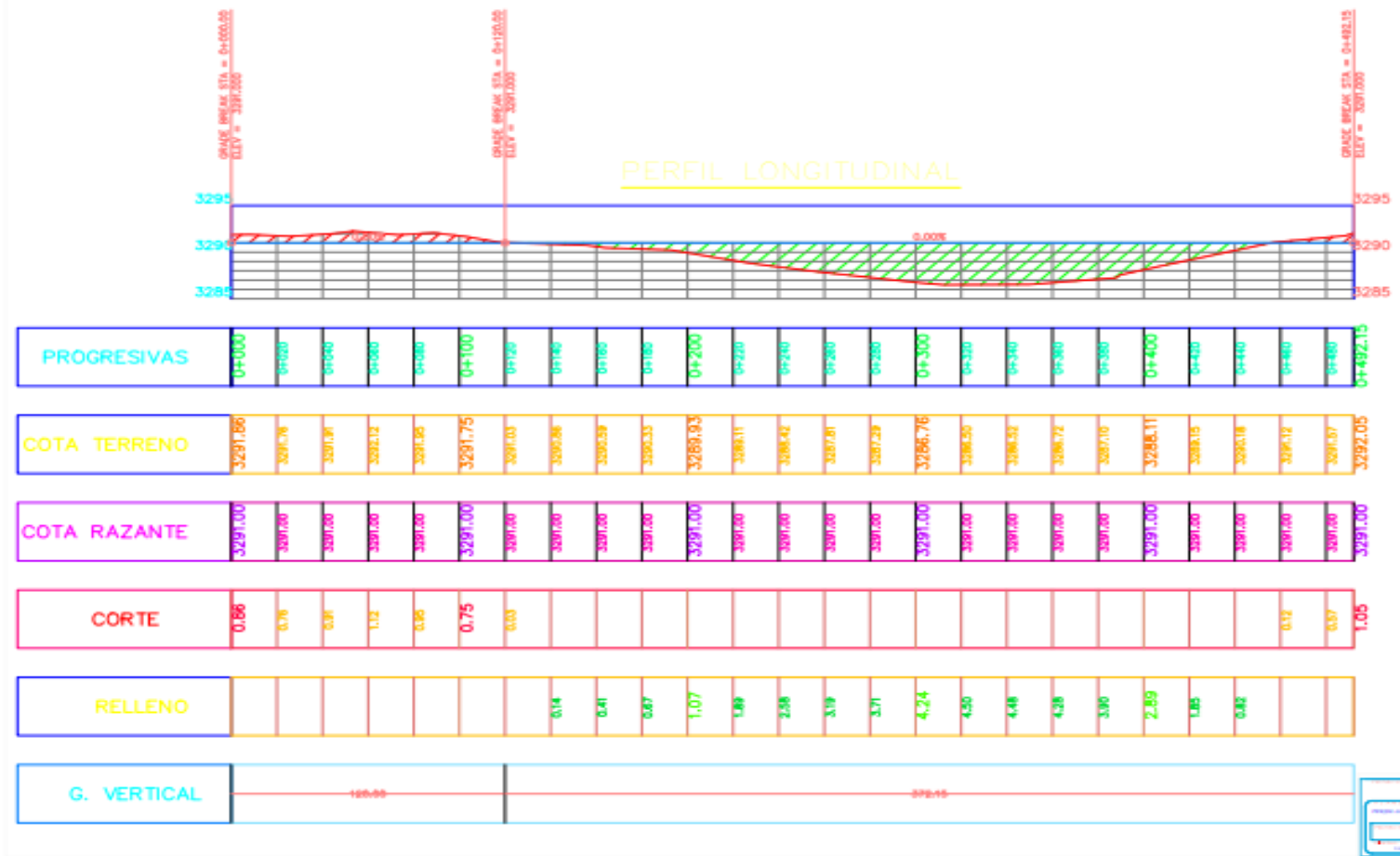
**UBICACION REGIONAL**

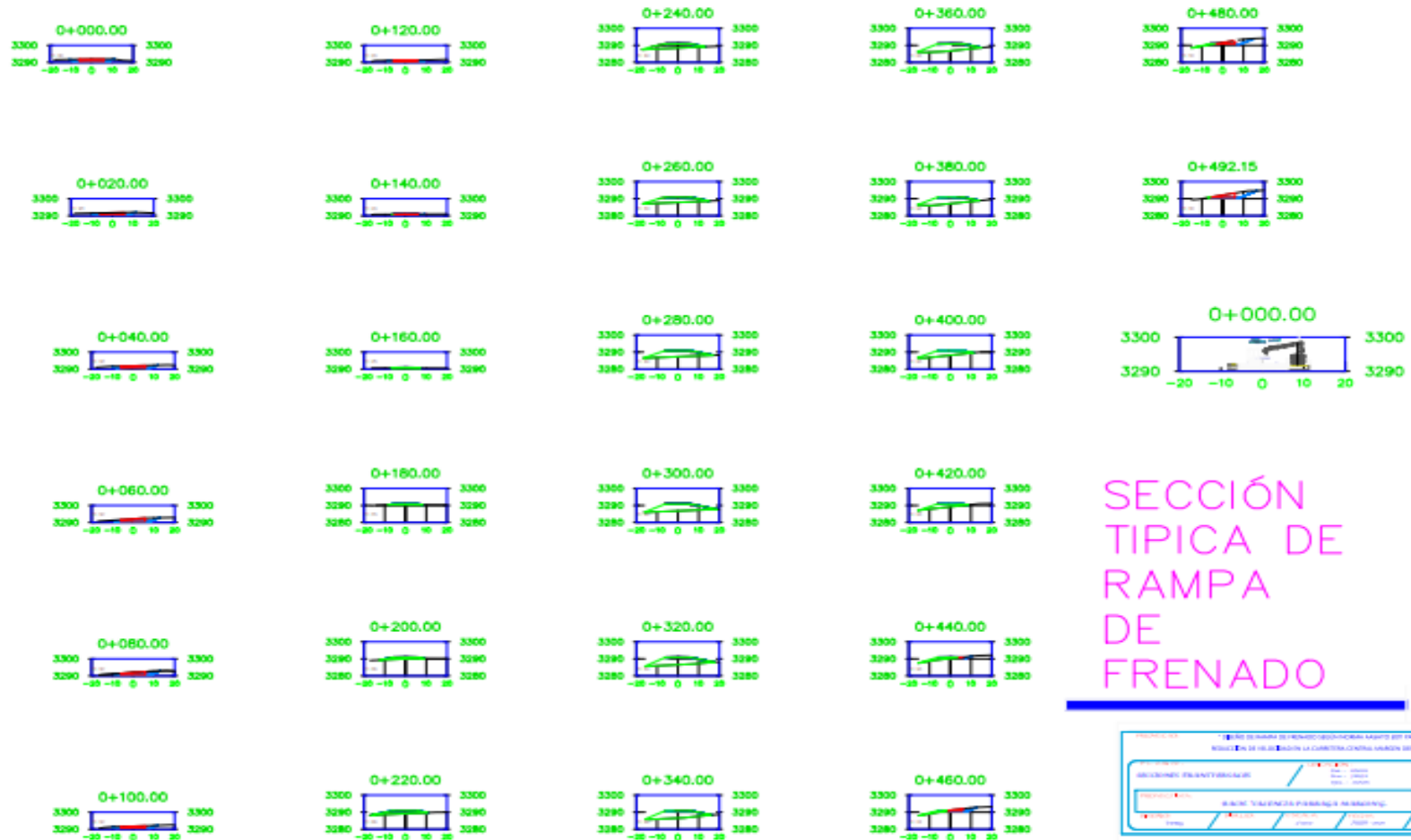


**PLANO DE UBICACION**  
ESC: 1:100000



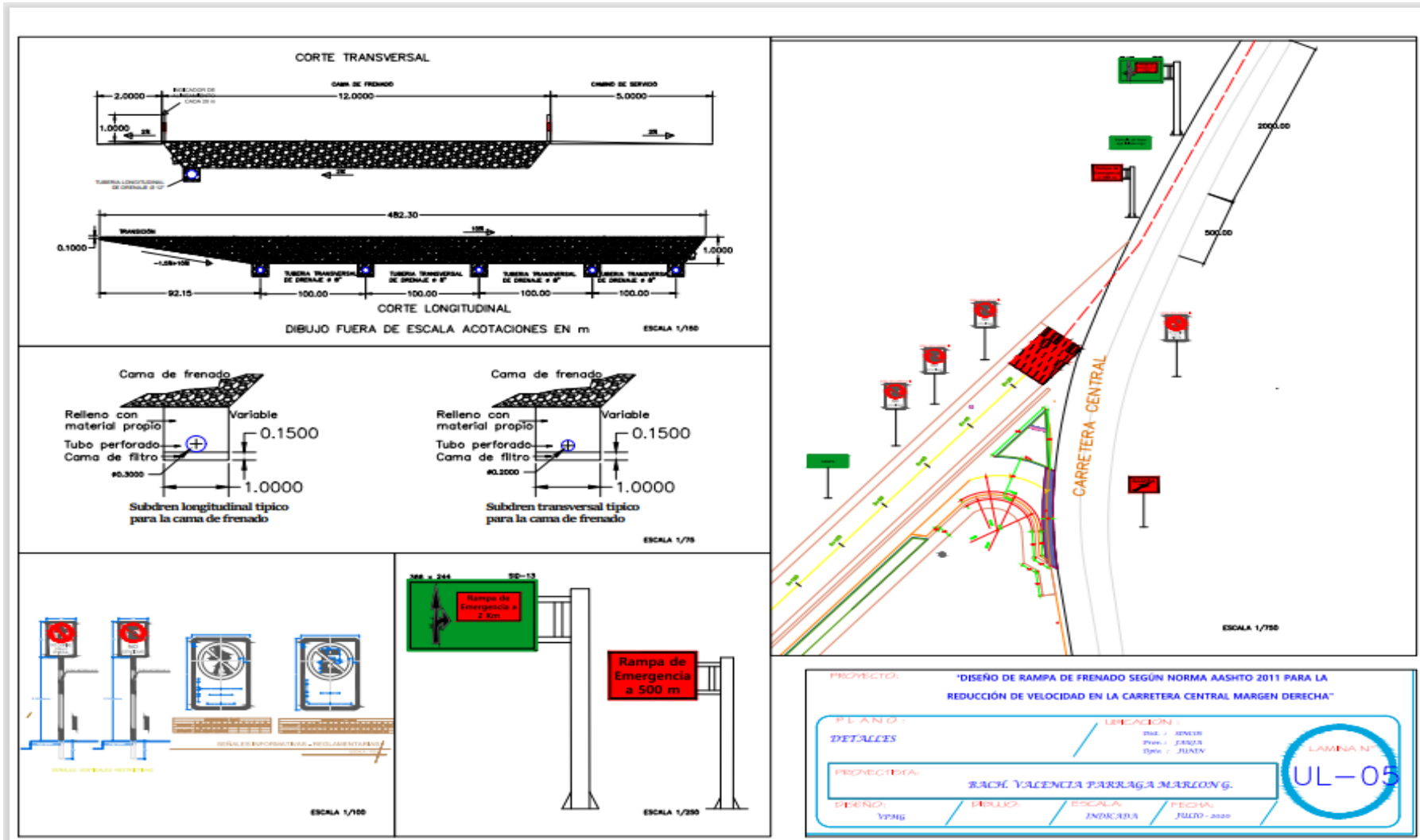






# SECCIÓN TÍPICA DE RAMPA DE FRENADO





PROYECTO: "DISEÑO DE RAMPA DE FRENADO SEGÚN NORMA AASHTO 2011 PARA LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA CENTRAL MARGEN DERECHA"			
PLANO:	UBICACIÓN:		
DETALLES	TRAZO:	SECCION:	FECHA:
	PROYECTO:	INICIADA:	JULIO - 2022
PROYECTISTA:	SACÍ YALENZA PARRAGA MARLONG.		
PROYECTO:	DISEÑO:	ESCALA:	FECHA:
YPNG		INDICADA	JULIO - 2022

LAMINA N°  
**UL-05**