

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA  
SAUSACOCHA – CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TRANSPORTES**

**AUTOR (S):**

Br. GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL

Br. RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL

**ASESOR:**

ING. MERINO MARTINEZ, MARCELO EDMUNDO

**TRUJILLO - PERÚ 2020**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA  
SAUSACOCHA – CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TRANSPORTES**

**AUTOR (S):**

Br. GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL

Br. RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL

**ASESOR:**

ING. MERINO MARTINEZ, MARCELO EDMUNDO

**TRUJILLO - PERÚ 2020**

## **DEDICATORIA**

Este logro le dedico en primer lugar a Dios y a todas las personas que creyeron y confiaron en mí, que con su esfuerzo y apoyo incondicional me impulsaron a seguir adelante.

En especial a mis Padres Neri y Antero, que son y siempre serán mi mayor motivación para seguir adelante y así poder retribuirles todo lo que hicieron por mí desde que nací.

A mi tía Gloria y a mi Padrino Jorge que siempre los tendré presente en cada cosa que haga porque siempre estuvieron para mí cuando más los necesite.

A mi prima Estefany y a mi cuñado Miguel porque siempre confiaron en mí y supieron darme las herramientas necesarias para poder defenderme en la vida.

**Bach. Garcia Garcia, Kevin Joel**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien ha sido mi fortaleza y guía el trayecto de mi formación profesional y no deja de serlo cada día de mi vida.

A mis padres Alejandrina y Antonio por su infinito amor, paciencia, dedicación y su enorme sacrificio para mi formación a lo largo de mi vida.

A mis hermanitas Elena y Edith por sus innumerables visitas y apoyo, por supuesto a mi hermanito casi hijo Anghelo a quien le debo gran parte de la inspiración y motivo durante el día a día en la universidad.

A mi tía Angélica y primo Cesar quienes me visitaban constantemente y me brindaban alivio durante la difícil rutina de la universidad; también mencionar a mi primo hermano del alma David Alexander Muñoz Ramirez que Diosito se apresuró en llevarte a su reino, esto va para tí hermano nuestro objetivo en común concluido siempre te llevaré en mi corazón.

**Bach. Ramirez Llaury, Walter Anibal**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en especial a Dios por mantener con salud a mí y a toda mi familia que durante este periodo nos mantuvo unidos.

En especial a mi madre Neri que toda su vida se dedicó a trabajar para poder educarme y hacer de mí un profesional y sobre todo una persona de bien, a mi padre Antero que desde el cielo siempre me guía por el camino correcto.

A mi tía Gloria que es y siempre será una segunda madre porque nunca se cansara de aconsejarme y mostrarme el camino al éxito, a mi padrino Jorge que se volvió un segundo padre que siempre estuvo presente y que creyó, confió en mí.

A mi prima Estefany que siempre la veré como un ejemplo a seguir y que siempre supo sacar lo mejor de mí en todo momento y a mí cuñado Miguel que siempre estuvo cuando lo necesite. Y al Ingeniero Merino Martínez, Marcelo Edmundo, que estaré eternamente agradecido con él porque supo guiarnos con sus consejos y experiencias hasta lograr el objetivo.

**Bach. Garcia Garcia, Kevin Joel**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios amado por guiarme durante mi vida y permitir realizarme como profesional y como persona.

A mis queridos padres por ser el soporte principal de este logro apoyándome incondicionalmente y ser mi principal fortaleza y consejeros con sus sabias palabras a lo largo de mi vida en cada objetivo trazado.

A mis hermanos por ser parte de mis logros con su apoyo infinito en buenos y malos momentos e innumerables viajes para estar a mi lado, aunque sea por horas.

A mi tía Angélica por sus gratas visitas y palabras durante muchos años de mi vida.

Un agradecimiento especial al Ing. Merino Martínez, Marcelo Edmundo por su compromiso y asesoría constante durante la elaboración de nuestra Tesis de Investigación, por sus regaños, por sus palabras de ánimo y por sus consejos.

**Bach. Ramirez Llaury, Walter Anibal**

## **RESUMEN**

La presente investigación se desarrolla en la Carretera Departamental tramo Laguna Sausacocha – Curgos, en el Distrito de Curgos, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad, mediante una investigación de tipo Aplicada. Con el objetivo principal de realizar un Análisis de Tránsito para Diseñar el Pavimento Flexible y así mejorar las condiciones de transporte de pasajeros y carga de los distritos que une dicha carretera.

En la presente tesis de investigación se realiza un análisis de tránsito el cual abarca volúmenes de tráfico y señalización existente para poder conocer el flujo vehicular real en la actualidad, el cual permite realizar un Replanteo Geométrico de la carretera adecuado según su clasificación por demanda, el Diseño Estructural del Pavimento Flexible y finalmente diseño de Señalización Vertical y Horizontal.

Se diseñó la Estructura del Pavimento Flexible según la Guía Metodológica AASTHO 93, previo Análisis de Tráfico, Levantamiento Topográfico, Estudio de Suelos con fines de Pavimentación, siendo estos estudios fundamentales para el Diseño Estructural del Pavimento Flexible y la Señalización Vertical y horizontal.

La presente investigación da a conocer espesores de las capas del Pavimento Flexible y Señalización Vertical y Horizontal para la mejora de la transitabilidad de dicha carretera. Asimismo, se presenta el presupuesto de inversión y plazo de ejecución que requiere la futura pavimentación de la Carretera Departamental tramo Laguna Sausacocha – Curgos, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad.

## **ABSTRACT**

The present investigation is an applied one, which is developed in the Departmental Highway section Laguna Sausacocha - Curgos, in the District of Curgos, Province of Sánchez Carrión, Department of La Libertad. With the main objective of carrying out a Traffic Analysis to Design the Flexible Pavement and thus improve the conditions of passenger and cargo transport of the districts that the highway connects.

In this research thesis, a traffic analysis is carried out which covers volumes of traffic and existing signaling in order to know the actual vehicular flow at present, which allows a Geometric Stakeout of the road according to its classification by demand, the Structural Design of Flexible Pavement and finally design of Vertical and Horizontal Signage.

The Flexible Pavement Structure was designed according to the AASTHO 93 Methodological Guide, previous Traffic Analysis, Topographic Survey, Soil Study for Paving purposes, these studies being fundamental for the Structural Design of Flexible Pavement and Vertical and horizontal Signaling.

The present investigation reveals the thickness of the layers of the Flexible Pavement and Vertical and Horizontal Signaling to improve the walkability of said road. Likewise, the investment budget and execution period required for the future paving of the Departmental Highway section Laguna Sausacocha - Curgos, Province of Sánchez Carrión, La Libertad, is presented.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con los lineamientos del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ponemos a vuestra disposición el presente proyecto de investigación denominado: ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA – CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD. Con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, asimismo seguir contribuyendo con la investigación de nuestra Universidad de formación profesional.

Atentamente.

.....  
Br. Garcia Garcia, Kevin Joel

.....  
Br. Ramirez Llaury, Walter Anibal

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>1.1 Problema de Investigación</b> .....	<b>8</b>
1.1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	8
1.1.2 Formulación del Problema .....	10
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>10</b>
1.2.1 Objetivo General .....	10
1.2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>1.3 Justificación del Estudio</b> .....	<b>11</b>
<b>II. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Antecedentes del Estudio</b> .....	<b>12</b>
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	12
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	12
2.1.3 Antecedentes Locales .....	13
<b>2.2 Marco Teórico</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 Ingeniería de transporte .....	14
2.2.2 Ingeniería de tránsito .....	14
2.2.2.1 Peatón.....	15
2.2.2.2 Conductor .....	15
2.2.2.3 Visión .....	15
2.2.2.4 Vehículo .....	15
2.2.2.5 Vehículo del proyecto .....	15
2.2.3 Sistema vial .....	17
2.2.3.1 Tipos de carretera .....	17
2.2.4 Pavimento.....	19
2.2.4.1 Características .....	20
2.2.4.2 Tipos de pavimentos.....	21
2.2.4.3 Clasificación de capa y sus funciones de un pavimento flexible .....	21
2.2.4.4 Factores que afectan el comportamiento de los pavimentos .....	22
2.2.4.5 Factores para el diseño del pavimento .....	24
2.2.4.6 Metodología para el diseño de pavimento flexible.....	24

2.2.5	Propiedades Físico – Mecánicas de Suelo.....	27
2.2.5.1	Granulometría.....	27
2.2.5.2	Plasticidad .....	28
2.2.5.3	Contenido de humedad del Suelo.....	29
2.2.5.4	Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS).....	29
2.2.5.5	Ensayo CBR .....	30
2.2.5.6	Ensayo de Módulo Resiliente.....	30
2.2.6	Análisis de tránsito .....	30
2.2.6.1	Conocimiento de la demanda para estudios .....	31
2.2.6.2	Volúmenes de tránsito absolutos.....	31
2.2.6.3	Volúmenes de tránsito promedio diarios.....	31
2.2.6.4	Factor de corrección estacional (F.C.E.) .....	32
2.2.6.5	Clasificación vehicular .....	32
2.2.6.6	Cálculo de tasas de crecimiento y proyección.....	33
2.2.6.7	Factor direccional y Factor carril .....	34
2.2.6.8	Número de repeticiones de ejes equivalentes.....	34
2.2.6.9	Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño	35
2.2.7	Señalización Vial.....	35
2.2.7.1	Señalización vertical .....	35
2.2.7.2	Señalización horizontal .....	36
<b>2.3</b>	<b>Marco conceptual .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4</b>	<b>Sistema de Hipótesis.....</b>	<b>41</b>
2.4.1	Variables e Indicadores .....	42
2.4.1.1	Variable compleja .....	42
2.4.2	Operacionalización de la Variable .....	42
<b>III.</b>	<b>METODOLOGIA EMPLEADA.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Tipo y Nivel de Investigación .....</b>	<b>43</b>
3.1.1	Tipo de Investigación .....	43
3.1.2	Nivel de Investigación.....	43
<b>3.2</b>	<b>Población y Muestra de Estudio.....</b>	<b>43</b>
3.2.1	Población.....	43
3.2.2	Muestra.....	43
<b>3.3</b>	<b>Diseño de Investigación.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4</b>	<b>Técnicas e Instrumentos de Investigación.....</b>	<b>44</b>
<b>3.5</b>	<b>Procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>44</b>
<b>IV.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>

<b>4.1</b>	<b>Propuesta de investigación .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>Análisis e interpretación de resultados.....</b>	<b>46</b>
4.2.1	Análisis de tránsito .....	46
4.2.1.1	Situación actual .....	46
4.2.1.2	Metodología del Trabajo de Campo .....	46
4.2.1.3	Metodología del Trabajo en Gabinete .....	47
4.2.1.4	Variación Horaria de Volumen de Tránsito .....	47
4.2.1.5	Factor de Corrección Estacional.....	50
4.2.1.6	Calculo del IMDA.....	51
4.2.1.7	Clasificación Vehicular .....	53
4.2.1.8	Factor de crecimiento Acumulado (Fca) .....	54
4.2.1.9	Cálculo del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc).....	55
4.2.1.10	Cálculo del Número del Factor Repeticiones de Ejes Equivalentes.....	55
4.2.1.11	Cálculo del Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp) .....	59
4.2.1.12	Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.....	59
4.2.2	Estudio Topográfico.....	61
4.2.3	Diseño Geométrico de la Carretera .....	62
4.2.4	Estudio de Suelos .....	63
4.2.4.1	Exploración de Campo .....	63
4.2.4.2	Análisis Granulométrico (ASTM D422 – MTC E107).....	64
4.2.4.3	Limite Liquido (ASTM D4318 – MTC E110).....	64
4.2.4.4	Limite Plástico (ASTM D4318 – MTC E111).....	65
4.2.4.5	Contenido de Humedad (ASTM D2487 – MTC E108) .....	66
4.2.4.6	Clasificación de SUCS (ASTM D2487) .....	67
4.2.4.7	Clasificación AASHTO.....	67
4.2.4.8	Perfil Estratigráfico .....	68
4.2.4.9	Proctor Modificado (ASTM D1557 – MTC E115).....	68
4.2.4.10	CBR (ASTM D1883 – MTC E132) .....	69
4.2.5	Diseño Estructural del Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO 93 .....	69
4.2.5.1	Periodo de Diseño .....	69
4.2.5.2	Número Estructural de Ejes Equivalentes (W18).....	70
4.2.5.3	Módulo de Resiliencia (Mr) .....	70
4.2.5.4	Confiabilidad (%R) .....	71
4.2.5.5	Desviación Estándar Normal (Zr) .....	71
4.2.5.6	Desviación Estándar Combinada (So).....	71
4.2.5.7	Variación de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) .....	71
4.2.5.8	Coefficientes Estructurales de Capas.....	71

4.2.5.9	Coefficientes de Drenaje .....	71
4.2.5.10	Número Estructural y Espesores del Pavimento .....	72
4.2.6	Señalización y Seguridad Vial .....	74
4.2.6.1	Señalización Vertical.....	74
4.2.6.2	Marcas en el Pavimento .....	75
<b>4.3</b>	<b>Docimasia de hipótesis .....</b>	<b>77</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>78</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracteres de vehiculos .....	16
Tabla 2: Serie de tamices para análisis granulométrico .....	28
Tabla 3: Clasificación de suelos según su índice de plásticidad .....	29
Tabla 4: Categorías de sub rasante .....	30
Tabla 5: Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) .....	35
Tabla 6: Variable compleja.....	42
Tabla 7: Resumen de tráfico vehicular en 2 sentidos por día.....	47
Tabla 8: Factor de corrección estacional (peaje Menocucho) .....	51
Tabla 9: Resultados del conteo vehicular .....	52
Tabla 10: Clasificación vehicular .....	53
Tabla 11: Configuración de Ejes Equivalentes camión C2 .....	56
Tabla 12: Configuración de Ejes Equivalentes camión C3 .....	56
Tabla 13: Configuración de Ejes Equivalentes camión C4 .....	57
Tabla 14: Configuración de Ejes Equivalentes camión T3S3 .....	58
Tabla 15: Resumen de configuración de Ejes Equivalentes.....	58
Tabla 16: Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) .....	59
Tabla 17 Cálculo de número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.....	60
Tabla 18: Cálculo de tráfico de diseño y tráfico proyectado .....	60
Tabla 19: Demanda de tráfico proyectado a 20 años.....	61
Tabla 20: Exploración de calicatas .....	64
Tabla 21: Resultados del análisis granulométrico .....	64
Tabla 22: Resultados del Límite líquido .....	65
Tabla 23: Resultados del Límite plástico .....	66
Tabla 24: Resultados del contenido de humedad .....	66
Tabla 25: Clasificación de suelos SUCS .....	67
Tabla 26: Clasificación de suelos AASHTO .....	67
Tabla 27: Resultados de perfil estratigráfico .....	68
Tabla 28: Resultados del ensayo proctor modificado.....	68
Tabla 29: Resultados del CBR .....	69
Tabla 30: IMDA proyectado a un periodo de 20 años .....	70
Tabla 31: Resultado de variables para el diseño.....	72
Tabla 32: Resultados de diseño de la estructura del pavimento .....	74
Tabla 33: Resultados del diseño de señalización vertical.....	75

Tabla 34: Resultados de la señalización horizontal.....	76
Tabla 35: Control vehicular día lunes 21 de septiembre .....	89
Tabla 36: Control vehicular día martes 22 de septiembre .....	90
Tabla 37: Control vehicular día miércoles 23 de septiembre .....	91
Tabla 38: Control vehicular día jueves 24 de septiembre .....	92
Tabla 39: Control vehicular día viernes 25 de septiembre .....	93
Tabla 40: Control vehicular día sábado 26 de septiembre .....	94
Tabla 41: Control vehicular día domingo 27 de septiembre .....	95
Tabla 42: Identificación de la hora de máxima demanda de tráfico.....	96
Tabla 43: Cálculo de tasa de crecimiento poblacional promedio anual .....	97
Tabla 44: Factor direccional y Factor carril $F_d$ y $F_c$ para el proyecto .....	97

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección típica de un pavimento .....	20
Figura 2: Flujo hora máxima demanda.....	48
Figura 3: Variación horaria de tránsito (T=15 min) .....	49
Figura 4: Demanda de tráfico por tipo de vehiculo .....	50
Figura 5: Clasificación por tipo de vehiculo .....	54
Figura 6: Estructura del pavimento flexible .....	74
Figura 7: Ubicación de longitud total de diseño de pavimento flexible.....	85
Figura 8: Estado situacional de la vía desvío Laguna Sausacocha – Distrito Curgos .....	85
Figura 9: Carretera hacia el Distrito Curgos.....	86
Figura 10: Distrito Curgos.....	86
Figura 11: Contro vehicular – Semytrailer 6 ejes (T3S3) .....	87
Figura 12: Contro vehicular – Camión 4 ejes (C4) .....	87
Figura 13: Contro vehicular – Camión 3 ejes (C3) .....	88
Figura 14: Contro vehicular – Camión 2 ejes (C2) .....	88
Figura 15: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 1.....	98
Figura 16: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 2.....	98
Figura 17: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 3.....	99
Figura 18: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 4.....	99
Figura 19: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 5.....	100
Figura 20: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 6.....	100
Figura 21: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 7.....	101
Figura 22: Exploración de suelo – Excavación de calicata N° 8.....	101

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

El tránsito como fase del transporte tiene como principal objetivo en satisfacer las necesidades, desde siempre busca contribuir para dar un mejor nivel de vida a la sociedad alrededor del mundo. Cuando un determinado lugar, sea dentro de la ciudad o rural desea prosperar será necesario estudiar, planear, proyectar para construir, conservar y operar para administrar sistemas modernos de transporte público y privado, que permitan acceder a la intercomunicación de pueblos y regiones, mediante el transporte de pasajeros y carga. Estos sistemas modernos deben ser amigables con el flujo del tránsito y con el ecosistema. (Navarro H., 2017, p.1).

La infraestructura vial Pavimentada en relación a países de Europa y aún otros de condiciones más comparables, la red de América Latina y el Caribe (ALC) está atrasada. España, Portugal y Malasia muestran porcentajes de pavimentación mayores al 80%. Corea prácticamente alcanza ese porcentaje, Nueva Zelanda y Polonia superan el 60%. En cambio, Suráfrica, con algo menos del 20% de la red pavimentada se encuentra en una situación similar. (Quintero J., 2011, p. 13).

La infraestructura carretera en LAC constituye un capital físico de magnitud considerable; Son aproximadamente 3 millones de kilómetros de carreteras, de los cuales poco más del 20% se encuentra pavimentado. Las relaciones entre la longitud de la red vial y la superficie territorial, la población, el Producto Bruto Interno y el parque automotor son indicadores habitualmente utilizados en la comparación internacional. (Quintero J., 2011, p. 12).

Hay grandes diferencias entre países, mientras que algunos tienen más de la mitad de la red pavimentada (en general los de pequeño tamaño como Antillas Holandesas, Barbados, Bahamas, Cuba, Dominica, Granada, Jamaica, Puerto Rico y, el único de Suramérica, Uruguay), en otros de mayor potencial económico, pero territorialmente mucho más extensos este porcentaje es sustancialmente menor. Brasil es el ejemplo paradigmático de esto último con sólo el 15% de la red pavimentada. En situación intermedia se encuentran países como Argentina, Chile,

Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y Venezuela, que varían entre el 25% y el 30% de la red en estas condiciones. Con menos del 20% de las carreteras pavimentadas se encuentran países de menor desarrollo relativo como Bolivia, Colombia, Ecuador, Guayana, Nicaragua y Paraguay. (Quintero J., 2011, p. 13).

La información de carreteras del Perú publicada por el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) al 31 de diciembre del 2018 comprende datos provenientes del Grupo de Trabajo R.M. 232-2012-MTC/01 integrado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP), Provías Nacional (PVN) y Provías Descentralizado (PVD), la Red Vial en el Perú está compuesta por 168,473.1 km. de los cuales solo 26,916.0 km o el 15.98 % se encuentre pavimentada. El 84.02 % restante se encuentra en estado afirmado, sin afirmar o de trocha, con una extensión de 141,557.1 km.

En la región La libertad según el SINAC la Infraestructura vial a finales del 2018 contaba con una extensión de 8,796 km de los cuales solo el 11.85 % de la red vial Nacional, Departamental y Vecinal está pavimentada, y el 88.15 % restante se encuentra en estado afirmado, sin afirmar o de trochas. Actualmente, Según Provías Descentralizado (2010), en la Región La Libertad el transporte por carretera es el que más predomina con un 98.46% entre transporte de mercancías y pasajeros. La demanda del transporte por carretera es preocupante para el estado vial actual según los datos del SINAC, de ahí la importancia de contar con estudios de pavimentación para su gestión del proyecto y posterior ejecución correspondiente.

La zona de estudio se ubica en la sierra del departamento La Libertad, en la provincia de Sánchez Carrión, Distrito de Curgos en la carretera departamental que une a la región La libertad con Ancahs, el tramo del estudio es desde el desvío Laguna Sausacocha hasta al distrito Curgos el cual no contempla con estudios de transitabilidad e infraestructura vial, a la vez se observa que tiene gran riesgo vehicular por el incremento del índice de tránsito debido al turismo que circula por la vía ya que es el único acceso al sitio turístico de aguas termales El Edén ubicado a 15 minutos del distrito de Curgos.

Usualmente se presentan fuertes precipitaciones en los meses de noviembre a abril, a consecuencia de estas precipitaciones en algunos tramos del cruce carretera hacia

el distrito de Curgos se deteriora la calzada, donde dificulta el tránsito vehicular. Enfocamos este estudio con la finalidad de realizar una opción de solución que pretende establecer variables que implica un estudio de tránsito vial, para el cual se realizará un análisis de tránsito y diseño estructural del pavimento flexible que requiere el tramo de la vía departamental desvío Laguna Sausacocha – Distrito de Curgos.

### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál es el análisis de tránsito para el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos – Sánchez Carrión – La Libertad?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar el análisis de tránsito para elaborar el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos – Sánchez Carrión – La Libertad.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- ✚ Realizar el análisis de tráfico para determinar la carga vehicular a la que estará sometido el pavimento mediante la metodología de aforos.
- ✚ Realizar el estudio topográfico y el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación.
- ✚ Determinar parámetros y variables de diseño con la metodología AASHTO 93.
- ✚ Determinar los espesores de las capas del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93.
- ✚ Elaborar los planos de la estructura del pavimento y señalización vial vertical y horizontal.

### **1.3 Justificación del Estudio**

El proyecto se justifica académicamente porque aportará nuevos procedimientos de estudios básicos para la operación del tránsito y el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera departamental desvío Laguna Sausacocha – Curgos, también servirá como guía para los estudiantes de ingeniería civil y sus investigaciones.

Económicamente se justifica porque se reflejará en forma directa la reducción del tiempo de viaje, los costos de transporte, los costos de mantenimiento de la vía, el mantenimiento y operación de vehículos manteniendo una velocidad de acuerdo al diseño. Además, hace que la zona sea más accesible para el turismo la intercomunicación de las todas las zonas aledañas.

Socialmente se justifica porque brindara una alternativa de solución dando un excelente servicio de transitabilidad de forma segura y eficiente siendo los principales beneficiarios los pobladores de los distritos de Curgos, Sarín y Sitabamba distrito de la provincia de Santiago de Chuco que también hacen uso de la vía ya que el tiempo de viaje es menor, de igual modo a los turistas y conductores que circulan por la zona.

Ambientalmente se justifica porque reduce significativamente la contaminación atmosférica y acústica del entorno porque acorta el tiempo de viaje para vehículos motorizados.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Fontalba (2015)** en su investigación “Diseño de un Pavimento Alternativo para La Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1° Etapa” en la Universidad Austral de Chile, se plantearon como resultado la elaboración del pavimento flexible para la avenida circunvalación sector guacamayo 1° etapa en respuesta a las constantes cargas vehiculares. En la elaboración del pavimento flexible se usaron los métodos de AASHTO-93 y DISPAV-5.

El trabajo de investigación llegó a los siguientes resultados, el pavimento tiene espesores de: carpeta de rodadura 7 cm, capa intermedia 10 cm y su última capa de 20 cm, teniendo como presupuesto 1,162,424.685 soles por método AASHTO 93. El aporte principal para nuestro proyecto es que no se observan grandes diferencias entre los espesores de capa aplicando ambos métodos y que aplicando el mecanismo AASHTO-93 resulta ser más económica.

#### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

✚ **Chávez (2018)** en su investigación “Diseño del Pavimento Flexible para la Av. Morales Duárez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la Ciudad de Lima” en la Universidad Nacional Federico Villarreal, se plantearon la elaboración de las capas del pavimento flexible para la av. Morales Duárez de la vía Expresa - línea amarilla. En el estudio de suelos, se realizaron ensayos para conocer el CBR y por consiguiente su Módulo de Resiliencia recomendada por la Guía de Diseño de Pavimentos Empírico – Mecanísticos.

El trabajo realizado concluyó que la estructura del pavimento está conformada por pavimento asfáltico Mac 1 = 5 cm, pavimento asfáltico Mac 2 = 7.5 cm, la base = 20 cm y la sub base = 20 cm. Esta investigación nos aporta que aparte del estudio de suelos y el estudio de tráfico también se debe dar importancia a: variables servicio inicial, variable de servicio final y al grado de confiabilidad.

✚ **Escobar & Huincho (2017)** en su investigación “Diseño de Pavimento Flexible, bajo Influencia de Parámetros de Diseño debido al Deterioro del Pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017.” en la Universidad Nacional de

Huancavelica, se propuso como objetivo determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA. Se aplicó la metodología AASHTO para el diseño del pavimento flexible y el Instituto del Asfalto en el modelo de falla en su evaluación de vida útil.

Se concluyó que en la carpeta asfáltica debe ser de 7 pulgadas con un ESAL de 7, 867,970 de ejes equivalentes (EE). Esta investigación nos aporta que para el diseño estructural del pavimento se debe tener muy en cuenta en los estudios tráfico, los flujos vehiculares inesperados ya que los pavimentos están diseñados para un ESAL (ejes equivalentes) determinado, es por eso que pueden dañar la carpeta de rodadura con un incremento del flujo vehicular.

### 2.1.3 Antecedentes Locales

✚ **Flores y Valverde (2019)** en su investigación “Análisis Comparativo entre el Diseño del Pavimento Rígido y Pavimento Flexible para Mejoramiento del Camino Vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagoran – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad” de la Universidad Privada Antenor Orrego, plantearon elaborar un estudio comparativo del diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para saber su viabilidad. Para el conteo de tráfico se consideró un punto de estación y para el estudio de suelos se realizó ensayos para conocer sus propiedades físicas y mecánicas las cuales están estipuladas por el MTC. Se concluyó mediante el método AASHTO 93, los siguientes espesores para el pavimento flexible: una capa de rodadura de 8 cm, base de 22 cm, sub base de 15 cm siendo este el más óptimo por el costo, el mantenimiento rutinario y por al plazo de ejecución, se consideró una señalización vial de 93 reglamentarias, 172 preventivas y 5 informativas, en un plazo de ejecución de 270 días con un presupuesto total de 16,92671717 soles. El aporte que podemos obtener de este proyecto es el tema económico y para la presente investigación, el pavimento flexible tiene mayor porcentaje de mantenimiento, pero menor costo de ejecución, saber diferenciar estos aspectos será de vital importancia en nuestra actividad profesional.

✚ **Briceño & Narcizo (2019)** en su investigación “Análisis Comparativo del Diseño Estructural del Pavimento Flexible entre las Metodologías de la AASHTO-93 y la del Instituto de Julcán, Provincia de Julcán, La Libertad” en la Universidad Privada Antenor Orrego”, se propuso realizar el análisis comparativo del Diseño Estructural del Pavimento Flexible entre las Metodologías de la AASHTO-93 y la del Instituto del Asfalto para el Camino Vecinal de Julcán al Caserío de Chuan Parte Baja, Distrito de Julcán, Provincia de Julcán, La Libertad.

Se concluyó que por la metodología AASHTO-93 espesores para el tramo 1 de: concreto asfáltico de 3”, base de 5.5”, sub base de 3.5” y para el tramo 2 de: concreto asfáltico de 3” y base de 5.5”. Se aportó que para el diseño estructural mediante la metodología AASHTO-93 usar el método de la ecuación, ya que presenta mayor precisión en sus cálculos, por presentar mayores variables de diseño, que recogen mayores datos que permiten que el diseño sea más apropiado a la zona de estudio.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Ingeniería de transporte**

Es el área encargada de ver el traslado de personas y bienes en beneficio y desarrollo de la sociedad. Según Reyes y James (2007) es la utilización de conocimientos técnicos y estudios tecnológicos para su planificación, ejecución, desarrollo y control del proyecto así mismo la gerencia de las distintas ramas que abarca el área de transporte.

### **2.2.2 Ingeniería de tránsito**

La ingeniería de tránsito se enfoca principalmente en los elementos funcionales del flujo vehicular como el conductor, el peatón, el vehículo, la vía, la señalización y dispositivos de tráfico. El diseño geométrico nos brinda: velocidades de operación, pendientes, longitud y radio de las curvas entre otros parámetros que deberán ser informados y por último considerados por los usuarios de la vía. De acuerdo a Quintero (2017) se ocupa de la programación, del diseño longitudinal en planta y perfil, así como la operatividad de la carretera.

#### **2.2.2.1 Peatón**

Es el total de población de un determinado lugar, el cual hace uso de los medios y formas de transporte, es uno de los factores más importantes porque es en función a el que se desarrolla el transporte para su beneficio, desarrollo, comodidad y seguridad (Reyes y James, 2007, p. 50).

#### **2.2.2.2 Conductor**

Persona responsable de manipular y manejar determinado vehículo, el cual debe estar capacitado técnica y físicamente para evitar cualquier tipo de accidentes. Reyes y James (2007) refieren que por lo general algunos conductores no saben que una mala maniobra podría terminar con la vida de muchos transeúntes.

#### **2.2.2.3 Visión**

Mediante los ojos, que es un órgano de mucha importancia para el conductor, del cual dependerá su desempeño al manejar (al momento de frenar, acelerar, voltear, etc.). Para Reyes y James (2007) el ojo percibe y envía el mensaje al cerebro para efectuar alguna maniobra, del cual se tiene algunos tiempos aproximados obtenidos de forma directa por ejemplo de girar y enfocar tarda 1,2 segundos.

#### **2.2.2.4 Vehículo**

Medio por el cual se puede movilizar de un destino a otro para distintos fines, el cual muchas veces manipulado por alguien para su movimiento y propulsado por sí mismo. Reyes y James (2007) afirman que es en función a las características y propiedades de estos, que se realiza un diseño longitudinal tanto de la carretera como sitios adyacentes las cuales este de acorde a las comodidades del vehículo.

#### **2.2.2.5 Vehículo del proyecto**

Mayormente son 3 los tipos de vehículo que transitan por las calles: ligeros, pesados y especiales. Siendo de dos ejes con rueda simple los vehículos ligeros, y los de dos a más ejes con rueda doble los vehículos pesados (Reyes y James, 2007, P.83).

Tabla 1

*Caracteres de vehículos*

Tipo de vehículo		Número de ejes	Características	Símbolo
VEHÍCULOS LIGEROS	Automóviles		2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camperos	2	2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camionetas		2 ejes y 4 ruedas	Ac
		2	Autobuses de 2 ejes y 6 ruedas	B
		2	Camiones grandes y pequeños de 2 ejes	C2
VEHÍCULOS PESADOS	Camiones		Camiones en unidad rígida de 3 ejes	C3
		3	Camiones con 2 ejes en el tractor y 1 eje en el semi-remolque	T2-S1
		4	Camiones con 2 ejes en el tractor y 2 ejes en el semi-remolque	T2-S2
			Camiones con 3 ejes en el tractor y 2 ejes en el semi-remolque	T3-S2
		5	Camiones con 2 ejes en el tractor, 1 eje en el semi-remolque y 2 ejes en el remolque	T2-S1-R2
		Otras combinaciones		
VEHÍCULOS ESPECIALES	Camiones y/o remolques especiales Maquinaria Agrícola Bicicletas y motocicletas Otros		Variable	

**Nota.** Fuente: SCT. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México, 1991.

## 2.2.3 Sistema vial

El sistema vial es independiente de cada lugar, nos permite conectar zonas urbanas y rurales en beneficio del desarrollo nacional y local.

### 2.2.3.1 Tipos de carretera

En el Perú se pueden distinguir en varias clasificaciones las carreteras.

#### 2.2.3.1.1 Clasificación de transitabilidad

Por lo general corresponden al proceso constructivo y se dividen en:

- ✚ **Trocha carrozable:** Su superficie de rodamiento o sub rasante es del mismo terreno natural encontrado en el corte durante su apertura o construcción, mayormente son transitables solo en la estación de verano.
- ✚ **Carretera sin afirmar:** Su superficie de rodamiento o subrasante es de un material más estable que de las trochas carrozables ante cualquier precipitación que se presente, la demanda del tránsito es más alta a comparación de la trocha.
- ✚ **Carretera afirmada:** Son aquellas con superficie de rodadura mejorada o revestida con un afirmado o material diferente a una capa de pavimento con el fin de mejorar la capacidad portante de la subrasante. Son transitables durante todo el tiempo.
- ✚ **Carretera pavimentada y/o asfaltada:** Son aquellas que su superficie de rodadura está compuesta por asfalto o concreto.

#### 2.2.3.1.2 Clasificación administrativa

De acuerdo a los 3 niveles de gobierno en el Perú y se clasifican en:

- ✚ **Carretera Nacional:** Son aquellas que articulan a otros países y están a cargo directamente del Gobierno Nacional.
- ✚ **Carretera Departamental:** Son aquellas que intercomunican con otro departamento o región del país a cargo de cada gobierno regional.
- ✚ **Carretera Vecinal:** Son aquellas carreteras interdistritales a cargo

de cada gobierno local ya sea Provincial o Distrital.

### 2.2.3.1.3 Clasificación técnica oficial

En el Perú la clasificación es a través del flujo vehicular:

- ✚ **Autopistas de Primera Clase:** Son las que tienen mayor cantidad de flujo vehicular a altas velocidades, sus tramos no son interrumpidas con constante control en sus accesos. El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) indica que en el Perú se caracterizan por tener un IMDA mayor a 6 000 veh/día, con 2 calzadas, cada calzada debe contar con mínimo dos carriles de 3.60 m. de ancho como mínimo, su carpeta de rodadura debe ser pavimentada.
- ✚ **Autopistas de Segunda Clase:** Disponen de un alto flujo vehicular a altas velocidades. “En el Perú se caracterizan por tener un IMDA entre 6 000 y 4 001 veh/día, con 2 calzadas, cada una debe contar con mínimo dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, su carpeta de rodadura debe ser pavimentada” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).
- ✚ **Carreteras de Primera Clase:** Constante flujo vehicular, conectando sitios urbanos y rurales, en el Perú hay distintas carreteras que van de norte a sur como: la panamericana, marginal de la selva y la interoceánica. El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) indica que tienen un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con 1 calzada de un carril por sentido de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces vehiculares en zonas urbanas a nivel, se recomienda que se construyan puentes peatonales o en su defecto contar con dispositivos de seguridad vial, su carpeta de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- ✚ **Carreteras de Segunda Clase:** Constante flujo vehicular, conectando sitios urbanos y rurales. “En el Perú tienen IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con 1 calzada de un carril por sentido de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces vehiculares en zonas urbanas a nivel” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-

2018, 2018).

✚ **Carreteras de Tercera Clase:** Constante flujo vehicular, conectando sitios urbanos y rurales. “En el Perú tienen “IMDA menores a 400 veh/día, con 1 calzada de un carril por sentido de 3.00 m de ancho como mínimo. Excepcionalmente estas carreteras pueden tener carriles de 2.50 m, contando con un sustento técnico. Para mejorar la carpeta de rodadura de estas carreteras, se puede plantear una solución básica o económica con los diferentes métodos de estabilización de suelos” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, 2018).

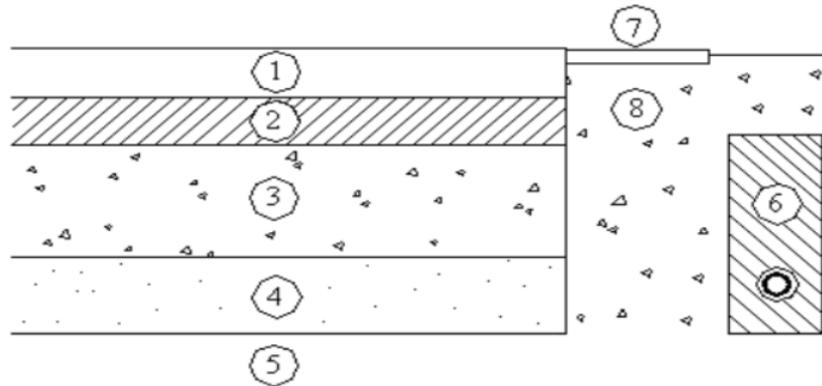
✚ **Trochas carrozables:** Poco flujo vehicular, con velocidades bajas ubicadas por lo general en zonas rurales que por lo general no están pavimentadas, en el Perú. El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) da a conocer que tienen un IMDA inferior a 200 veh/día.

#### 2.2.4 Pavimento

Es un cuerpo que tiene una superficie tratada, permitiendo el paso de personas, animales u objetos, brindando una circulación cómoda y eficaz la cual está apoyada sobre un terreno. Montejo Fonseca (2002) define como una estructura es construida sobre a subrasante conformada por el corte del terreno natural o por el terraplén, compuesta por capas que conforman una estructura, cuentan con estudio, de condiciones reales previo al diseño y son construidos profesionalmente con materiales apropiados y con una compactación capaz de soportar cargas elevadas. Esta estructura es construida sobre a subrasante conformada por el corte del terreno natural o por el terraplén.

Figura 1

*Sección típica de un pavimento*



**Nota.** Fuente; Figura tomada de Instituto de Aeronáutica, Ingeniería de Pavimentos, Brasil, 2000.

### 2.2.4.1 Características

- ✚ Ser duradero ante las diferentes condiciones climáticas, tener buena respuesta ante la intemperie y compatible con el medio ambiente. Montejo Fonseca (2002) señala que deben resistir las solicitaciones del tránsito vehicular.
- ✚ Tener dispositivos de control en todos sus accesos y lugares urbanos, impermeabilizar la carretera y derivar el agua en zona seguras. Montejo Fonseca (2002) considera que deben proporcionar seguridad vial ya que es el principal influyente de prevención de accidentes, presentar una superficie lisa capaz de resistir la fricción de las llantas de los vehículos a grandes velocidades.
- ✚ Evitar pronunciadas pendientes, curvas muy cerradas una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación (Montejo Fonseca, 2002, p. 2).
- ✚ Mantener una superficie homogénea de color y textura adecuada para su tránsito. Montejo Fonseca (2002) indica que el color debe ser adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.

## **2.2.4.2 Tipos de pavimentos**

### **2.2.4.2.1 Pavimentos flexibles**

Es un cuerpo formado por 3 capas, las cuales están superpuestas una a la otra, dos de ellas constituidas de material granular y la otra de material bituminoso las cuales absorben los esfuerzos producidos por el tránsito y así hundimientos en la subrasante y futuras deformaciones en la superficie. El Manual de Carreteras Suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) sostiene que por lo general esta se construye con morteros asfálticos, tratamientos superficiales, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

### **2.2.4.2.2 Pavimentos rígidos**

Es un cuerpo formado por 2 capas, las cuales están superpuestas una a la otra, una de ellas constituidas de material granular y la otra de concreto hidráulico, las cuales por su rigidez y módulo de elasticidad merman parcial o totalmente los esfuerzos del tránsito. De acuerdo al Manual de Carreteras Suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) es una estructura con una capa superficial de concreto armado o sin armar, colocada encima del terreno natural que puede ser tratada mediante cemento, cal o asfalto.

### **2.2.4.2.3 Pavimentos semirrígidos**

Es una estructura compuesta por una carpeta asfáltica asentada sobre de una base estabilizada con cemento o cal, también se consideran pavimentos semirrígidos a los que están conformados por bloques de concreto prefabricado que tienen medidas uniformes con una junta de dilatación mínima y son asentados sobre de capas compactadas (Manual de Carreteras Suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 22).

## **2.2.4.3 Clasificación de capa y sus funciones de un pavimento flexible**

### **2.2.4.3.1 Carpeta**

Capa que está en contacto con la superficie, la cual tiene que cuidar la estructura del pavimento, evitando la infiltración de agua y traspasando

las cargas a las demás capas. Debe tener un espesor superior a los 4 cm para que pueda soportar las cargas del caso contrario solo se utilizaría como capa impermeable (Coronado Iturbide, 2002, p. 104).

#### **2.2.4.3.2 Base**

Es la capa intermedia de la estructura, tiene que tener una mezcla de material granular con material de relleno donde sus partículas deben tener tamaños uniformes tanto en finos como gruesos. Tapia (2015) señala que su labor principal es el soporte, esta puede absorber la mayor parte de los esfuerzos verticales evitando la deformación bajo las solicitaciones de carga ocasionadas por el tránsito pesado de vehículos

#### **2.2.4.3.3 Sub base**

Sirve como un cimiento para la base, evita la combinación del material de préstamo con el terreno natural, también de evacuar el agua que se pueda introducir. Según Tapia (2015) es muy importante que esté formado por materiales finos ya que por ser una capa intermedia cumple la función de drenar el agua, puede ser: materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

#### **2.2.4.3.4 Subrasante**

La fundación del suelo debe tener propiedades de soporte para las diferentes solicitaciones de carga que se presenten. Tapia (2015) señala que es conocida como la cimentación del pavimento el nivel superior natural o artificial, en donde se apoyará el cuerpo del pavimento, de su calidad depende el espesor del pavimento.

#### **2.2.4.4 Factores que afectan el comportamiento de los pavimentos**

La finalidad de todo proyecto es que cumpla todas las exigencias para la que fue elaborado, pero en muchos casos surgen ciertos problemas que la vuelven deficiente ante la realidad. Según Tapia (2015) todo proyecto sobre pavimentación debe tener una vida útil entre 15 a 40 años, el cual debe tener un precio global que abarque su construcción, operación y mantenimiento.

#### **2.2.4.4.1 El medio ambiente**

Un factor que se tiene que prever es la variación de la temperatura y el agua, el cambio de temperatura altera su elasticidad y puede producir agrietamientos. Tapia (2015) afirma que la humedad puede alterar las propiedades como: resistencia al esfuerzo cortante, cohesión, expansión-contracción, erosión, compactación, corrosión, adherencia.

#### **2.2.4.4.2 Características y propiedades de los materiales**

Los materiales en lo posible se deben recaudar de la misma zona del proyecto para que el costo del mismo no se vea afectado. Montejo Fonseca (2002) refiere que los materiales disponibles son fundamentales para la estructura del pavimento, tomando en cuenta el tipo de agregado que hay en las canteras cerca al área del proyecto porque influye en el presupuesto del proyecto, teniendo en cuenta los agregados de alto costo como los conglomerantes y ligantes.

#### **2.2.4.4.3 Efectos de Tránsito**

El tránsito uno de los elementos más fundamentales porque de esto depende el dimensionamiento, el efecto que pueda tener los vehículos pesados sobre la carpeta y sus agregados. Tapia (2015) afirma que conociendo el valor de estas cargas se puede realizar un dimensionamiento de acorde a la realidad del proyecto, lo cual minimiza los efectos como las deformaciones.

#### **2.2.4.4.4 Factores económicos**

Por lo general las entidades públicas, destinan presupuestos bajos para la ejecución de obras, lo cual muchas veces resulta perjudicial porque limita el criterio del ingeniero que conlleva a obras deficientes que no cumplan la expectativa inicial. Tapia (2015) expresa que la construcción del pavimento a medida que funciona y pasa el tiempo, deben tener su mantenimiento rutinario para funcionar cabalmente y brindar un buen servicio, por este motivo se debe considerar en el presupuesto inicial dicho mantenimiento para su duración.

## **2.2.4.5 Factores para el diseño del pavimento**

### **2.2.4.5.1 Tránsito Vehicular**

Navarro H. (2017) argumenta que el tránsito es uno de los elementos fundamentales y el más importante, este se mide mediante la cantidad completa de vehículos que circular por un lugar y tiempo estimado. La información recopilada debe contener las características de los vehículos, las funciones que cumple y el tiempo con que circulan.

### **2.2.4.5.2 La Subrasante**

Viene a ser el terreno natural o artificial, sobre la cual se conformarán las capas del pavimento, para conocer sus características y propiedades es necesarios realizar pruebas de laboratorio. Montejo Fonseca (2002) señala que es necesario conocer la capacidad de resistencia al esfuerzo cortante, contenido de humedad en estado natural y cuan sensible es a una saturación para conocer sus propiedades bajo este efecto ya que puede variar de volumen.

### **2.2.4.5.3 El Clima**

Montejo Fonseca (2002) menciona que el hecho de que la estructura está compuesta por materiales granulares y mezclas bituminosas, hace que no sea muy compatible con las precipitaciones y cambio de temperatura, causando el aumento del nivel freático, altera la consistencia y aumento de esfuerzos internos, etc.

### **2.2.4.5.4 Los Materiales disponibles**

Montejo Fonseca (2002) señala que el proyectista deberá analizar costos de construcción y de conservación durante el periodo de vida útil, por lo que se deberá tener en cuenta materiales tratados próximos a la zona que puedan cumplir con las especificaciones técnicas requeridas. El presupuesto relativamente debe coincidir con precios actuales en relación a los insumos.

## **2.2.4.6 Metodología para el diseño de pavimento flexible**

Se consideró la metodología de la Guía AASHTO 1993, por ser una de las

más comunes en nuestro país, teniendo como prioridad hacer un estudio de tráfico y el análisis de la subrasante.

#### **2.2.4.6.1 Método de la Guía AASHTO 93 de diseño**

Tiene por propósito encontrar el Numero Estructural (SN), con la cual podremos obtener el valor de espesor de cada capa, las cuales estarán apoyadas una sobre otra por encima de la subrasante y que mantendrá su serviciabilidad durante el tiempo para el que fue diseñado (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 130).

##### **2.2.4.6.1.1 Periodo de diseño**

Es el tiempo para el cual fue diseñado (vida útil) antes de que sufra alguna modificación o restructuración. Coronado Iturbide (2002) sostiene que en algunos casos el periodo de diseño es igual a la vida útil, siempre y cuando se considere en el proyecto aparte de la construcción su rehabilitación o mantenimiento, entonces habría varios periodos de vida útil.

##### **2.2.4.6.1.2 Variables**

Ecuación para calcular el Numero Estructural en función a las distintas variables de diseño:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07 \dots (1)$$

**Ecuación 1.** Ecuación básica para el diseño de pavimento flexible. Fuente. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 34.

Obteniendo las siguientes definiciones y valores para cada variable:

##### **a) Ejes equivalentes ( $W_{18}$ )**

Es el valor obtenido como consecuencia del tránsito acumulado de vehículos. Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) es el daño producido por el peso de los ejes, este corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2 toneladas.

**b) Módulo de Resiliencia ( $M_R$ )**

Esta dada en función del CBR, las cuales se pueden alterar con el contenido de humedad. De acuerdo al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) está relacionado con el CBR de la subrasante, la cual se va encontrar un valor para cada cierto tramo homogéneo longitudinal de la carretera y está relacionado con la rigidez que conforma el suelo.

**c) Confiabilidad (%R)**

Valor que se asume para el diseño del pavimento donde se espera que tenga un desenvolvimiento favorable antes las constantes arremetidas del tráfico. Coronado Iturbide (2002) alude que es el grado de veracidad donde el pavimento cumple con las expectativas para la cual fue diseñado y llegar en buen estado al fin de su periodo.

**d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )**

Representa un valor de corrección de la confiabilidad. Tapia (2015) sugiere que, al escoger un valor de  $Z_r$ , se debe analizar cada proyecto en particular para conocer sus condiciones locales y saber antes posibles variaciones del pavimento o tránsito.

**e) Desviación Estándar Combinada ( $S_0$ )**

Hace uso para estimar el grado de confiabilidad en qué términos se representan la separación de puntos de la información que pasa la curva de funcionamiento, este valor toma en cuenta el tránsito y sus efectos (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014). Su valor varía de 0.40 a 0.50.

**f) Índice de Serviabilidad Presente (PSI)**

Coronado Iturbide (2002) señala que es la respuesta que tiene la estructura para atender la demanda de tránsito que hará uso de ella. la evaluación va desde 0 (vías en condiciones muy malas) hasta 5 (vías en condiciones perfectas).

**g) Número Estructural Propuesto (SNR)**

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) indica que es el dato obtenido de la ecuación AASHTO, el cual es el espesor total del pavimento y se busca calcular el espesor efectivo, mediante la fórmula de SN reemplazaremos los valores de coeficiente estructural y drenaje para encontrar los espesores reales de cada capa.

**2.2.4.6.1.3 El Tránsito**

Montejo Fonseca (2002) señala que desde el punto de vista del diseño del pavimento solo tienen interés los vehículos pesados (buses, camiones, tractores con remolque). Este tipo de vehículo coincide con los de 6 o más ruedas, el resto de vehículos que puedan transitar, causan consecuencias despreciables.

**2.2.4.6.1.4 Índice de servicio**

Tapia (2015) afirma que es el valor por el cual el usuario atraviesa una experiencia segura en función de la seguridad y comodidad del pavimento, los cuales se califican terminado el proyecto y también antes de la primera rehabilitación.

**2.2.5 Propiedades Físico – Mecánicas de Suelo**

**2.2.5.1 Granulometría**

Mediante este ensayo se puede entender qué tipo de suelos es y tener más claro cuáles son sus características a través del tamizado. El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) afirma que el análisis granulométrico busca estimar las propiedades del suelo clasificando sus partículas de acuerdo al volumen y forma que tiene.

Se muestra la secuencia de tamices para el análisis granulométrico:

Tabla 2

*Serie de tamices para análisis granulométrico*

Tamiz	Diámetro (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,750
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 22	0,075

**Nota.** Fuente: Elaboración propia en base al contenido del Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

### 2.2.5.2 Plasticidad

Es una de las características donde los suelos pueden deformarse sin la necesidad de agrietarse, asimismo el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) esta propiedad depende de los finos que contenga los agregados, lo cual permite tener una buena estabilidad en condiciones óptimas.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014) nos indica que los Límites de Atterberg, son ensayos que se realiza a los suelos finos y nos permite tener una idea de cómo reaccionan a ciertos grados de humedad.

- ✚ Límite Líquido (LL), el suelo pasa de estar en semisólido a estar en plástico.
- ✚ Límite Plástico (LP), el suelo pasa de estar en estado plástico a estado semisólido.

- ✚ Límite de Contracción (retracción), el suelo pasa de un estado semisólido a estar en estado sólido.

Montejo Fonseca (2002) sostiene que es la diferencia entre el estado líquido y estado plástico se llama Índice de Plasticidad, que vendría hacer un intervalo de humedades donde el suelo se mantiene en estado plástico antes de pasar al estado líquido.

$$IP = LL - LP \dots (2)$$

Clasificación del suelo en función al índice de plasticidad:

Tabla 3

*Clasificación de suelos según índice de plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos con alto contenido de arcilla.
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	Suelos arcillosos.
$IP < 7$	Baja	Suelos con bajo contenido de arcilla.
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos que carecen de arcilla.

**Nota.** Fuente: Tomada del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

### 2.2.5.3 Contenido de humedad del Suelo

Nos permite saber la proporción de agua respecto al peso que tiene el suelo en su estado natural y esta propiedad está directamente relacionada con la resistencia del suelo. De acuerdo al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) el saber su humedad natural nos permitira comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo.

### 2.2.5.4 Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS)

Estos dos métodos son los más comunes y usados según el propósito necesario, donde en AASHTO se dividen en 8 grupos (A1 - A8) y en SUCS

en tres grupos de suelos (gruesos, finos y orgánicos). Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) conociendo las características y propiedades del suelo, podremos saber su forma de actuar y delimitar por tramos homogéneos.

### 2.2.5.5 Ensayo CBR

Medida que representa el valor de resistencia al esfuerzo cortante, según Montejo Fonseca (2002) esta expresada en porcentajes, es la relación de la fuerza que se necesita para introducir en determinado suelo.

- ✚ Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2014) afirma que si hay menos de 6 valores de CBR con características parecidas el CBR de cálculo se realizará el promedio, cuando los valores son diferentes totalmente, se escogerá el más deficiente.

Tabla 4

#### *Categorías de la Sub rasante*

Categoría de Sub rasante	Valores de CBR
$S_0$ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
$S_1$ : Sub rasante Insuficiente	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
$S_2$ : Sub rasante Regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR < 10%
$S_3$ : Sub rasante Buena	De CBR $\geq$ 10% A CBR < 20%
$S_4$ : Sub rasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR < 30%
$S_5$ : Sub rasante Excelente	CBR $\geq$ 30%

**Nota.** Fuente: Elaboración propia en base al contenido del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

### 2.2.5.6 Ensayo de Módulo Resiliente

Este valor corresponde al módulo de elasticidad del suelo que conforma la sub rasante que se encuentra en su estado natural o ya sea por un cambio de suelo. El Módulo Resiliente ( $M_r$ ) se emplea para cuantificar la capacidad que tiene la sub rasante y bases de un pavimento para soportar cargas en movimiento (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

### 2.2.6 Análisis de tránsito

Montejo Fonseca (2002) argumenta que vendría hacer uno de los aspectos más

relevantes en el diseño porque conociendo su volumen vehicular, peso por eje y aplicando la metodología para calcular el valor de su carga equivalente de diseño nos permitirá conocer cuál es el espesor de cada capa. Esto significará que la estructura cumpla con satisfacción su objetivo.

#### **2.2.6.1 Conocimiento de la demanda para estudios**

Conociendo el flujo vehicular podemos obtener datos como el índice medio diario anual, cargas equivalentes, lugares de congestión, proyección de crecimiento vehicular, viabilidad del proyecto, los cuales permitirán realizar una buena planificación y apropiado diseño. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 62).

#### **2.2.6.2 Volúmenes de tránsito absolutos**

Reyes y James (2007) indican que el conteo total de vehículos y su clasificación por tipo, en un lugar estratégico con tiempo estipulado. Los volúmenes se analizarán durante días de aforo máximos y mínimos.

- a) **Tránsito anual (TA):** Cantidad de unidades que circulan en un año.  
Ejemplo T=1 año.
- b) **Tránsito mensual (TM):** Cantidad de unidades que circulan en un mes.  
Ejemplo T=1 mes.
- c) **Tránsito semanal (TS):** Cantidad de unidades que circulan en una semana. Ejemplo T=1 semana.
- d) **Tránsito diario (TD):** Cantidad de unidades que circulan en un día.  
Ejemplo T=1 día.
- e) **Tránsito horario (TH):** Cantidad de unidades que circulan en una hora.  
Ejemplo T=1 hora.
- f) **Tránsito inferior a una hora ( $Q_i$ ):** Cantidad de unidades que circulan en menos de una hora. Podría ser durante 15 minutos (Reyes y James, 2007, p. 170).

#### **2.2.6.3 Volúmenes de tránsito promedio diarios**

Vendría hacer el número total de unidades de tránsito que circulan durante un tiempo determinado dividido por esa cantidad de tiempo transcurrido.

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}} \dots (3)$$

N vendría hacer el número total de vehículos que circulan en T días. (Reyes y James, 2007, p. 171).

**a) Tránsito promedio diario anual (TPDA)**

$$TPDA = \frac{N}{365} \dots (4)$$

**b) Tránsito promedio diario mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{N}{30} \dots (5)$$

**c) Tránsito promedio diario semanal (TPDS)**

$$TPDS = \frac{N}{7} \dots (6)$$

**2.2.6.4 Factor de corrección estacional (F.C.E.)**

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales. La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 63).

**2.2.6.5 Clasificación vehicular**

Su clasificación es:

**2.2.6.5.1 Categoría L: Vehículos menor a 4 neumáticos.**

- a) **L<sub>1</sub>**: 2 neumáticos, máximo de 50 cm<sup>3</sup> y una velocidad inferior a 50 km/h.
- b) **L<sub>2</sub>**: 3 neumáticos, máximo de 50 cm<sup>3</sup> y una velocidad inferior a 50km/h.
- c) **L<sub>3</sub>**: 2 neumáticos, con más de 50 cm<sup>3</sup> y una velocidad superior a 50 km/h.

- d) **L<sub>4</sub>**: 3 neumáticos simétricos al eje longitudinal del vehículo, con más de 50 cm<sup>3</sup>, velocidad superior a 50 km/h con una carga inferior a 1 tonelada

**2.2.6.5.2 Categoría M:** 4 neumáticos a mas, fabricados para el traslado de personas.

- a) **M<sub>1</sub>**: Cantidad de asientos igual o inferior a los 8, no teniendo en cuenta el asiento del conductor.
- b) **M<sub>2</sub>**: Cantidad de asientos superior a los 8, no teniendo en cuenta el asiento del conductor y una carga igual o inferior a 5 toneladas.
- c) **M<sub>3</sub>**: Cantidad de asientos superior a los 8, no teniendo en cuenta el asiento del conductor y una carga superior a 5 toneladas.

**2.2.6.5.3 Categoría N:** 4 neumáticos o más y fabricados para el traslado de objetos

- a) **N<sub>1</sub>**: Carga inferior a 3.5 toneladas.
- b) **N<sub>2</sub>**: Carga entre 3.5 toneladas a 12 toneladas
- c) **N<sub>3</sub>**: Carga superior a 12 toneladas.

**2.2.6.5.4 Categoría O:** Remolques (incluidos semirremolques).

- a) **O<sub>1</sub>**: Carga inferior a 0.75 toneladas
- b) **O<sub>2</sub>**: Carga entre 0.75 hasta 3.5 toneladas
- c) **O<sub>3</sub>**: Carga entre 3.5 toneladas hasta 10 toneladas.
- d) **O<sub>4</sub>**: Carga superior a 10 toneladas.

#### **2.2.6.6 Cálculo de tasas de crecimiento y proyección**

Para hallar las tasas de aumento de vehículos de pasajeros y vehículos de carga se realiza mediante datos obtenidos independientemente. Para vehículos de personas la tasa se relaciona al aumento poblacional del lugar, para vehículos de carga se relaciona al aumento promedio del PBI de cada lugar y se obtiene:

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1} \dots (7)$$

En la que:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado a un año “n” en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual en veh/día.

n = Número de años del diseño.

r = Tasa anual promedio del crecimiento del tránsito.

Fórmula para obtener el Factor de Crecimiento Acumulado

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \dots (8)$$

#### **2.2.6.7 Factor direccional y Factor carril**

Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2014) sostiene que el factor de distribución direccional es la relación que hay entre la cantidad de vehículos que pasan por una dirección, el factor de distribución carril es la razón del carril que sufre mayor carga de EE.

#### **2.2.6.8 Número de repeticiones de ejes equivalentes**

Es el factor de destrucción que causan los vehículos pesados sobre el pavimento flexible “AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con una presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2014, p. 66).

Fórmulas obtenidas de la metodología AASHTO, para calcular el Eje Equivalente en pavimentos flexibles.

Tabla 5

*Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Flexibles*

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2 tn}$ )
Eje Simple de ruedas simples	$EE_{S1} = (P/6.6)^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles	$EE_{S2} = (P/8.2)^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$EE_{TA1} = (P/14.8)^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TA2} = (P/15.1)^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles)	$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

**Nota.** Fuente: Elaboración propia en base al contenido del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

### **2.2.6.9 Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño**

La clasificación se da en rangos de Numero de repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño.

#### **2.2.6.9.1 Caminos Pavimentados**

Para estos caminos el rango de repeticiones tiene un mínimo de 75,000 EE hasta 30'000,000 EE.

## **2.2.7 Señalización Vial**

### **2.2.7.1 Señalización vertical**

Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) indica que son dispositivos ubicados al lado derecho de la carretera de acorde al sentido del carril y cuyo objetivo es reglamentar, prevenir e informar a través de iconos, letras y números reglamentados a nivel nacional.

#### **2.2.7.1.1 Función**

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles

y carreteras (2016) manifiesta que la función principal es la de evitar accidentes, siendo su instalación en lugares especiales, temporales, permanentes y en lugares donde el peligro no es notorio.

#### **2.2.7.1.2 Clasificación**

##### **a) Señales reguladoras o de reglamentación**

Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) señala que estas señales pueden considerarse como un delito o falta grave de no ser acatadas por los conductores. Las señales cumplen su labor que es de restringir, limitar ciertas acciones que pueden ser un peligro para la vía.

##### **b) Señales de prevención**

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) señala que estas señales ayudan a prevenir posibles peligros existentes en la vía ya sean notorios o imprevistos en beneficio del conductor. Dichas señales siempre se están anteponiendo ante cualquier desenlace.

##### **c) Señales de información**

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) indica que su objetivo principal es guiar a los que transitan y proporcionar información a conductores y transeúntes. Las señales deben contener datos de distancia, nombre entre otros.

#### **2.2.7.2 Señalización horizontal**

El Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) indican que estas la conforman líneas pintadas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, símbolos, flechas y letras, también se señalan sardineles, bermas, puentes y entre otras estructuras propias de la carretera. La señalización horizontal es de carácter obligatorio ya que permite regular el tráfico.

### **2.2.7.2.1 Función**

Según el Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) su objetivo es regular el tránsito de vehículos y peatones, de este modo se previene, se advierte y se guía para el buen funcionamiento con total seguridad de la vía. El funcionamiento de la vía depende de estas señales en gran magnitud.

### **2.2.7.2.2 Marcas en el pavimento**

Según el Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (2016) son las marcas que se adhieren al pavimento, las que pueden ser planas o elevadas. Las planas están ubicadas de manera horizontal que pueden ser señales, flechas, etc. Y las elevadas esta encima del pavimento como las tachas o barandas.

#### **a) Materiales**

Se usan pinturas, cintas reflejantes, objetos plásticos, etc. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 253).

#### **b) Tolerancia**

Se puede manejar de acuerdo a la importancia de tal señal, tal que se puede aumentan su dimensión o su demarcación manteniendo su significado siempre teniendo un estudio técnico de por medio (Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras, 2016, p. 254).

#### **c) Color**

Se usará colores como: blanco que sirve para separar carriles del mismo sentido, amarillo el cual ayuda a diferenciar los sentidos de los carriles y rojo para indicarnos sobre alguna prohibición (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 255)

#### **d) Significado y ancho**

Las más comunes son: línea continua que nos indica que está

prohibido adelantar, línea segmentada que indica que se puede pasar al otro carril y línea punteada indica que estamos en zona de transición entre continua y segmentada (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 255).

### 2.3 Marco conceptual

#### **Asfalto**

Es una combinación de breca con gravilla, que se usa como una capa impermeabilizadora, según la Universidad Mayor de San Simón (2004) son materiales fáciles de mezclar, elevada resistencia, por lo general de color oscuro provenientes de la destilación del petróleo.

#### **Afirmado**

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) lo define como que es un material granular (grava y arena) compactado, el cual va soportar las arremetidas de los vehículos y las sollicitaciones de los esfuerzos usada por lo general en trochas.

#### **Agregado Fino**

Universidad Mayor de San Simón (2004) señala que se le conoce como agregado fino, al material que pasa por el tamiz No. 10 pero que se retiene en el tamiz No. 200, debe estar libre de impurezas, ser rugosos.

#### **Agregado Grueso**

Es el proveniente de la descomposición de las rocas debe ser resistente, libre de impurezas y de forma geométrica, según Montejó Fonseca (2002) se queda retenida en el tamiz N° 4, de forma que si más del 50% se queda acumulado en la malla N° 4 sería grava.

#### **Bermas**

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) lo denomina como parte de la carretera que se ubica al costado de la calzada, la cual sirve como delimitadores del cuerpo del pavimento y evita su expansión o deslizamientos de sus capas.

### **Bombeo**

Montejo Fonseca (2002) lo define como la ligera inclinación transversal que se da a la calzada para discurrir las aguas que caen sobre ella, ya sea en tramos tangentes o curvas horizontales.

### **Base**

Montejo Fonseca (2002) la define como capa ubicada por debajo de la carpeta encargada de minimizar los esfuerzos producidos por el tránsito para derivarlos en menor intensidad a la subrasante.

### **Calicatas**

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) las define como excavaciones que sea realiza de manera alternada a lo largo del suelo donde se apoyara el pavimento y poder extraer una muestra representativa para su futuro análisis.

### **Curvas Verticales**

Son las curvas que se aprecian de una vista de perfil a la carretera. Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) las cuales pueden ser convexas y cóncavas dependiendo de la topografía del terreno.

### **Calzada o Superficie de rodadura**

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) lo define como la parte superior del pavimento la cual debe proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios, por donde transitaran los vehículos en distintas direcciones y diferentes velocidades, sirve como una capa impermeable para las demás estructuras.

### **Capacidad de la Vía**

“Se define como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018, p. 121).

### **Carriles Adicionales**

“Cuando la pendiente implique una reducción de la velocidad de operación de 25 km/h o más, debe evaluarse técnica y económicamente la posibilidad de añadir un carril adicional en la vía, en función al volumen de tránsito y porcentaje de

camiones” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018, p.173).

#### **CBR**

Becerra (2012) señala que es el valor de resistencia al esfuerzo cortante del suelo, donde se determina el valor de la carga antes de deformarse.

#### **Confiability**

Montejo Fonseca (2002) señala que es el valor de veracidad que se da al proceso de diseño de que cumpla con todas las exigencias para la cual fue construido durante su vida útil.

#### **Coefficientes Estructurales**

Montejo Fonseca (2002) en pavimentos flexibles hay 3 coeficientes, los cuales van acompañados de los espesores reales y coeficientes de drenaje y es una medida de desempeño de cada capa.

#### **Drenaje**

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) son sistemas elaborados para evacuar el agua que pueda discurrir sobre el pavimento, lo cuales pueden ser visibles u ocultos.

#### **Eje Vehicular**

Termino que se usa para diferencia los tipos de vehículos y saber su peso. De acuerdo a la Universidad Mayor de San Simón (2004) se distinguen 3 ubicaciones de los ejes: delantero se encuentra en la parte posterior del vehículo, eje central se encuentra en la parte central, eje posterior se encuentra en la parte trasera.

#### **Módulo Resiliente**

Es una relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto (Becerra, 2012, p. 75).

#### **Pavimento**

“El Pavimento es una superestructura asentada sobre un suelo de natural o de préstamo, capaz de soportar las distintas cargas a las que está sometido además del brindar una seguridad y comodidad al tránsito” (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 24).

### **Peralte**

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018, p. 196).

### **Periodo de Diseño**

Es el tiempo normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010). Por lo general se entiende como vida útil del pavimento.

### **Sub – Base**

“Es la capa de la estructura de pavimento que impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad” (Montejo Fonseca, 2002, p. 14).

### **Subrasante**

“Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito revisto” (Coronado, 2002, p. 18).

### **Serviciabilidad**

Montejo Fonseca (2002) lo define como parámetro que mide el grado de satisfacción de los usuarios de dicha vía, para la cual fue diseñado.

### **W18**

“Es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 KN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton” (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 153).

## **2.4 Sistema de Hipótesis**

Un análisis de tránsito permitirá elaborar el diseño estructural del pavimento flexible de la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos – Sánchez Carrión – La libertad.

## 2.4.1 Variables e Indicadores

### 2.4.1.1 Variable compleja

Diseño estructural de pavimento flexible

### 2.4.2 Operacionalización de la Variable

Tabla 6

*Variable Compleja*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Diseño estructural del pavimento flexible	Consiste en definir la geometría de la estructura, la dimensión de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes solicitaciones de carga (Tapia, 2015, p.101).	Se realiza para apreciar la calidad y estado de servicio de una carretera en función a su estado superficial, seguridad de tránsito y economía en su ejecución.	Análisis de tránsito	Volumen	- Fichas de registro -Cronometro
			Estudio de suelos	Peso	- Normas - Registro fotográfico
			Estudio topográfico	Granulometría Límites de consistencia Contenido de humedad Densidad máxima CBR Pendientes	- Normas - Fichas técnicas - Ensayos de laboratorio - Registro fotográfico - Cartilla topográfica
			Método de diseño AASHTO 93	Longitud Carga vehicular Número estructural Módulo de resiliencia Coeficientes estructurales	- Equipo topográfico - Guía de diseño AASHTO 93 - Normas - Fichas técnicas

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### III. METODOLOGIA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y Nivel de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

Aplicada

##### 3.1.2 Nivel de Investigación

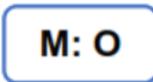
Descriptiva

#### 3.2 Población y Muestra de Estudio

##### 3.2.1 Población

Corresponde a la de dos distritos que tienen mayor incidencia en el tránsito que circula por la vía. El distrito de Curgos está conformado por 99.50 km<sup>2</sup> como área de estudio y tiene una altitud media de 3225 m.s.n.m. La población total es de 8,523 habitantes, con la densidad de 86.66 ha/km<sup>2</sup>. También se tomó la población del distrito de Sarín, este distrito está conformado por 340.08 km<sup>2</sup> como área de estudio, tiene una altitud media de 2792 m.s.n.m. La población total es de 9586 habitantes, con la densidad de 26.22 ha/km<sup>2</sup> el cual colinda con el departamento de Ancash hasta donde intersecta la vía La libertad 907 con la vía La libertad 115.

La longitud total de la vía departamental desvío Laguna Sausacocha vía La libertad 907 hasta Alto el cóndor vía La libertad 115 consta de 62.6 km de longitud de los cuales se estudiarán 9.79 km.



Dónde:

**M:** Carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos.

**O:** Análisis de tránsito y diseño estructural del pavimento.

##### 3.2.2 Muestra

La muestra de estudio se encuentra en la Carretera Departamental desvío Laguna Sausacocha vía La libertad 907 hasta Alto el cóndor vía La libertad 115 del departamento de Ancash con una longitud total de 62.6 km de los cuales se eligió 9.79 km para nuestra investigación el tramo desvío Laguna Sausacocha – Distrito de Curgos.

### 3.3 Diseño de Investigación

Es un diseño de investigación de campo, ya que los datos fueron obtenidos de las visitas a la zona específica de estudio, los cuales nos permitieron saber las condiciones reales del lugar para obtener las propiedades del suelo, orografía del terreno y las condiciones del tránsito los mismos que se utilizaran para cumplir con el objetivo de la investigación.

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Para lograr un trabajo completo y cumplir con el objetivo propuesto, se dispuso los siguientes mecanismos

- ✚ **Técnicas:** Reconocimiento de del terreno para la recolección estadística de señalización horizontal y vertical existente, análisis de tránsito, levantamiento topográfico y análisis del suelo.
- ✚ **Instrumentos:** cuaderno de campo para el registro de datos levantados de la zona de estudio, celular para el registro fotográfico, equipos topográficos para hacer el levantamiento topográfico y por ultimo palas y picos para extraer muestras de suelo a analizar.

### 3.5 Procesamiento y análisis de datos

- ✚ Para el análisis del tránsito, se realizó el conteo vehicular, clasificación vehicular y diseño de señalización horizontal y vertical de acuerdo al (Manual de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014. y el Reglamento Nacional de vehículos, 2014.)
- ✚ Para el estudio topográfico se realizó el levantamiento topográfico para corroborar el alineamiento horizontal y vertical de la carretera para proceder al diseño de señalización horizontal y vertical de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016.
- ✚ Para el estudio de Mecánica de suelos los datos se han obtenido mediante la extracción de muestra en campo para luego realizar el análisis del suelo mediante los ensayos de laboratorio de acuerdo al Manual de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.
- ✚ Para el Diseño del pavimento flexible, determinamos los espesores del pavimento de acuerdo a la metodología AASHTO 93 en función a los datos obtenidos anteriormente.

Para la obtención de datos se hizo uso de los siguientes Softwares de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente:

- Microsoft Excel 2016.
- Autocad 2018.
- Autocad Civil 2018.
- S10 2005.
- Microsoft Project 2016.

## **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Propuesta de investigación**

En nuestra investigación tenemos por objetivo hacer un análisis de tránsito para diseñar la estructura de un pavimento flexible que a consecuencia traerá una mejora significativa en el flujo libre de tránsito y una reducción del tiempo de viaje. También con este diseño mejoraremos la calidad de infraestructura vial futura dentro de la provincia y región.

### **4.2 Análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1 Análisis de tránsito**

La investigación consiste en realizar primeramente un estudio real del tráfico presente el que nos dará el número de cargas producida por vehículos que transitan por el lugar del proyecto para el Diseño Estructural del Pavimento Flexible, el estudio de tráfico se realiza mediante un conteo vehicular clasificándolos a los vehículos en vehículos ligeros y pesados de acuerdo a la Metodología AASTHO 93 y al Reglamento Nacional de Vehículos del MTC.

Se realizó el estudio de la señalización vertical y horizontal existente para luego hacer el diseño de señalización de la carretera departamental asfaltada con nuevas solicitudes de señalización.

##### **4.2.1.1 Situación actual**

La vía departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos, se encuentra cubierta con afirmado y 4 metros de ancho en algunos tramos, siendo el único acceso para los Distritos de Curgos y Sarín. Por esta vía circulan vehículos livianos como: motocicletas, cuatrimotos, automóviles, minivan, combis y microbuses también vehículos pesados tales como: camiones de 2, 3, 4 ejes y semitrayler de 6 ejes.

La demanda vehicular incrementa en horas de la mañana desde las 6 hasta las 9 a.m. y en la tarde de 12:30 a 2:00 p.m.

##### **4.2.1.2 Metodología del Trabajo de Campo**

En campo realizamos un conteo de los vehículos clasificándolos por tipo y horarios durante una semana a 12 horas diarias con el fin de obtener la demanda de tránsito vehicular de la vía y el IMDa.

También se hizo el recorrido de la longitud total de estudio de la vía para realizar el estudio de señalización posteriormente determinar si es eficiente o carece de un diseño.

### 4.2.1.3 Metodología del Trabajo en Gabinete

#### 4.2.1.3.1 Conteo Vehicular

✚ **Estación N° 1:** Desvío Laguna Sausacochoa.

✚ **Estación N° 2:** Entrada al Distrito de Curgos.

En la siguiente tabla N° 7 se muestra el resumen del conteo total de vehículos durante 12 horas al día en todos los 7 días de la semana, el conteo se inició el 21/09/2020 y finalizó el 27/09/2020, 4 días en la Estación N° 01 donde se manifestó una relativa diferencia de mayor volumen de tránsito y 3 días en la Estación N° 02 (ver anexo).

Tabla 7

#### *Resumen de Tráfico Vehicular en 2 Sentidos por Día*

Tipo de Vehículo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domin go
Vehículos Ligeros	Motocicleta	127	87	94	100	114	86	68
	Mototaxi	29	28	36	8	8	25	12
	Cuatrimoto	2	1	0	0	0	1	1
	Auto	216	144	171	147	170	207	155
	Camioneta	105	111	94	127	130	137	118
	Minivan	125	85	123	126	79	139	108
	Combi rural	42	15	14	8	11	23	15
	Micro	0	0	2	1	0	0	0
vehículos Pesados	Camión 2E	54	82	78	59	78	65	50
	Camión 3E	29	34	19	18	22	22	18
	Camión 4E	1	5	2	1	2	3	0
	Semitrayler 6E	1	2	1	0	2	0	0
Total		733	594	636	595	617	708	545

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

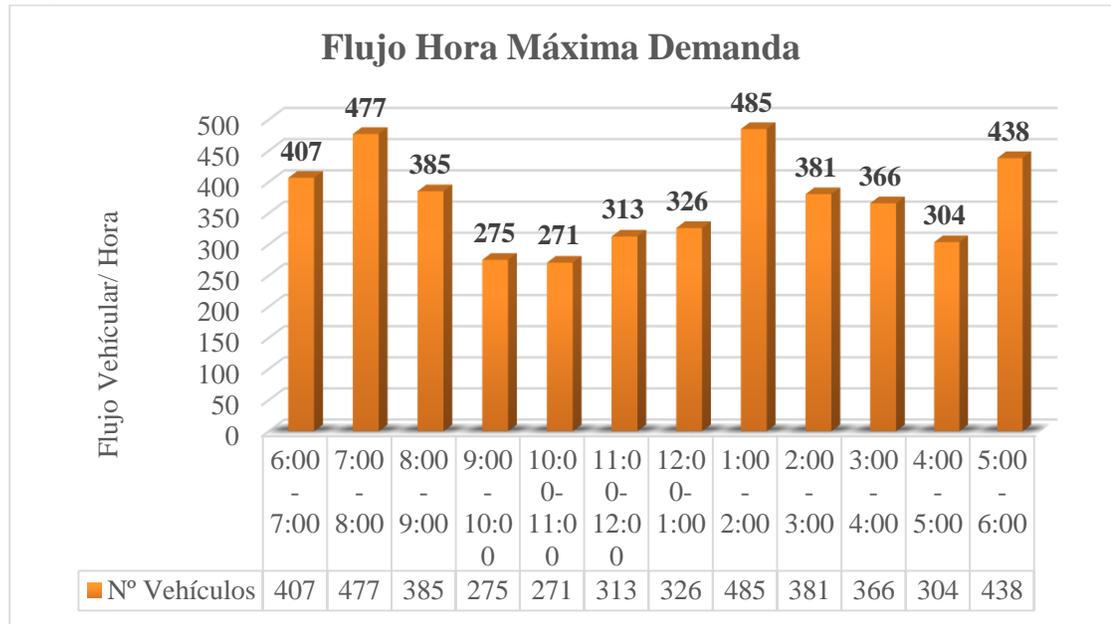
#### 4.2.1.4 Variación Horaria de Volumen de Tránsito

En el figura N° 2 se muestra el flujo horario de máxima demanda en un acumulado durante los 7 días de la semana de la cual se obtiene el VHMD =

485 siendo el pico más alto y la cantidad más alta de volumen de tránsito real dentro de la vía siendo dentro de la hora de 1:00 p.m. a 2:00 p. m. (ver anexo).

Figura 2

*Flujo Hora Máxima Demanda*

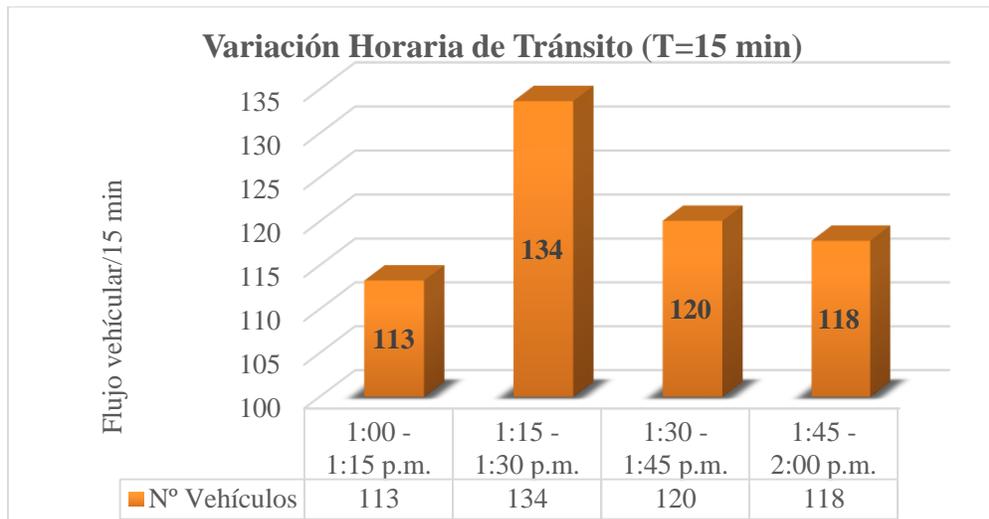


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N° 3 se muestra el flujo de tránsito en un periodo de tiempo menor a una hora, el diagrama de dicha figura se elaboró en base al flujo hora de máxima demanda mostrado anteriormente. En este caso el intervalo de tiempo es cada 15 minutos (T= 15 min) de la hora de máxima demanda que es de 1:00 – 2: 00 p.m.

Figura 3

*Variación Horaria de Tránsito (T=15 min)*



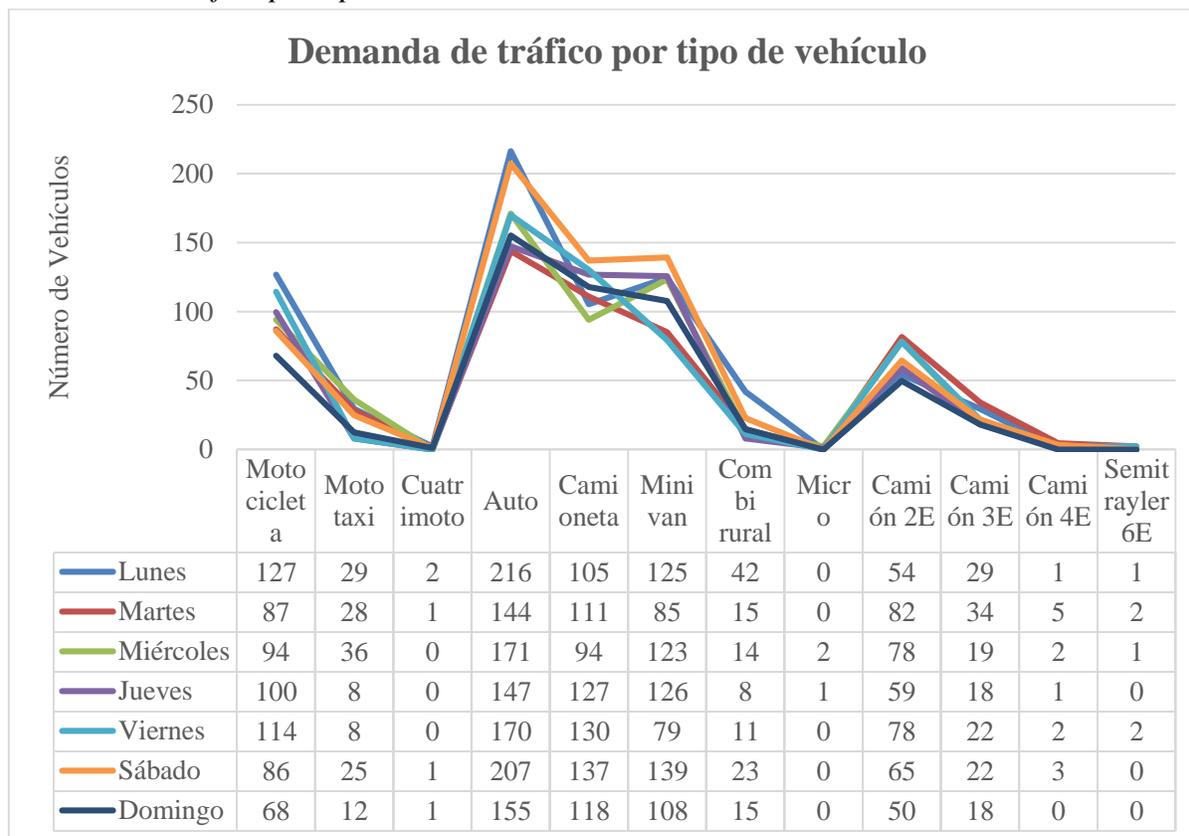
**Nota:** Fuente: Elaboración propia

A partir del Volumen Hora Máxima Demanda (VHMD) y del Volumen máximo ( $Q_{\text{máx}}$ ) se puede determinar el Factor Hora Máxima Demanda (FHMD). Determinando el FHMD = 0.90 el cual nos indica que el tránsito dentro de la hora de máxima demanda no presenta uniformidad, teniendo un flujo vehicular muy alto en un periodo de tiempo de 15 minutos.

En la figura N° 4 se observa la demanda del tráfico por tipo de vehículo, en este caso la mayor cantidad está cubierto por vehículos ligeros y por el camión de 2 ejes (C2) tal y como se muestra en la figura siguiente.

Figura 4

*Demanda de tráfico por tipo de vehículo*



Nota: Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.5 Factor de Corrección Estacional

El volumen de tráfico presenta variaciones horarias, diarias y según las estaciones climatológicas del año las cuales deberán ser corregidas en el momento del cálculo del IMDA con los índices de variación mensual otorgados por alguna estación de peaje o pesaje.

En nuestra zona de estudio (Carretera Departamental tramo desvío Laguna Sausacohca hasta Curgos) no existe peaje de control ni estación de pesaje por lo que el Factor de Corrección Estacional se adoptó de otra carretera similar con parte sierra y que sufra los mismos fenómenos climáticos anuales, Se optó por la Estación de peaje Menocucho que está ubicado en Quirihuac en la carretera hacia la sierra Libertena. Adoptando los valores del mes de

septiembre en el cual se hizo el conteo vehicular teniendo el FCE para vehículos ligeros 1.0854 y el FCE para vehículos pesados 1.0001 tal como se muestra en la Tabla N° 8.

Tabla 8

*Factor de Corrección Estacional (Peaje Menocucho)*

Mes	Factor de Corrección Estacional Promedio de vehículos ligeros	Factor de Corrección Estacional Promedio de vehículos Pesados
Enero	0.9317	1.0902
Febrero	1.0027	1.0710
Marzo	1.0511	1.1233
Abril	1.0791	1.0356
Mayo	1.0349	0.9978
Junio	1.0573	0.9628
Julio	0.9502	0.9467
Agosto	0.9064	0.9518
<b>Septiembre</b>	<b>1.0854</b>	<b>1.0001</b>
Octubre	0.8523	0.8032
Noviembre	0.7838	0.7510
Diciembre	0.5208	0.6242

**Nota.** Fuente: Elaboración propia en base a los datos publicados por el MTC, 2016.

#### 4.2.1.6 Cálculo del IMDA

En la Tabla N° 9 se muestra el cálculo del IMDA, siendo el volumen de vehículos promedio durante la semana de control.

Tabla 9

*Resultados del conteo vehicular*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en 2 Sentidos por día							Total Semanal	IMDs/7	FCE (Peaje Menocucho)	IMDA	
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Vehículos Ligeros	Motocicleta	127	87	94	100	114	86	68	676	97	1.0854	105
	Mototaxi	29	28	36	8	8	25	12	147	21	1.0854	23
	Cuatrimoto	2	1	0	0	0	1	1	6	1	1.0854	1
	Auto	216	144	171	147	170	207	155	1211	173	1.0854	188
	Camioneta	105	111	94	127	130	137	118	822	117	1.0854	128
	Minivan	125	85	123	126	79	139	108	785	112	1.0854	122
	Combi rural	42	15	14	8	11	23	15	127	18	1.0854	20
	Micro	0	0	2	1	0	0	0	3	0	1.0854	1
vehículos Pesados	Camión 2E	54	82	78	59	78	65	50	466	67	1.0001	67
	Camión 3E	29	34	19	18	22	22	18	162	23	1.0001	23
	Camión 4E	1	5	2	1	2	3	0	15	2	1.0001	2
	Semitrayler 6E	1	2	1	0	2	0	0	7	1	1.0001	1
<b>TOTAL</b>	<b>773</b>	<b>594</b>	<b>636</b>	<b>595</b>	<b>617</b>	<b>708</b>	<b>545</b>	<b>4427</b>	<b>632</b>		<b>679</b>	

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.7 Clasificación Vehicular

El Índice Medio Diario Anual (IMDA), corresponde a un total de 679 vehículos del cual pertenece el 15% de L1, 3% de L2, 47% de M1, 21% de M2, 10% de N2, 4% de N3; el M3 y O4 cuentan con una tasa casi nula, se debe que diariamente circulan 1 o 2 unidades diariamente como se muestra en la tabla N° 10 y Figura N° 5.

Tabla 10

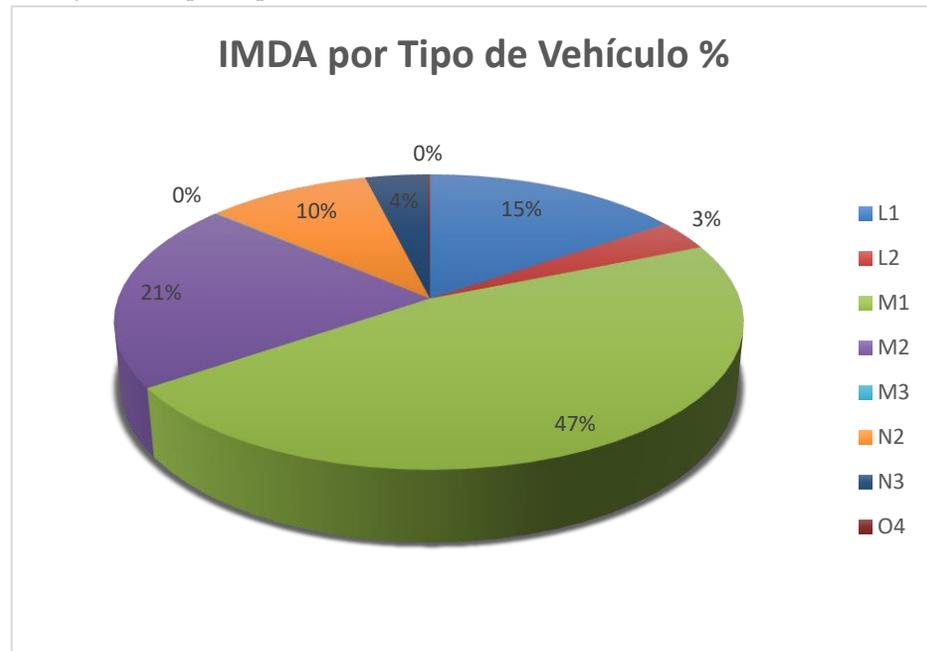
##### *Clasificación vehicular*

Tipo de Vehículos	IMD	Clasificación Vehicular	IMDA
Motocicleta	105	L1	105
Mototaxi	23	L2	23
Cuatrimoto	1		
Auto	188	M1	316
Camioneta	128		
Minivan	122	M2	141
Combi rural	20		
Micro	1	M3	1
Camión 2E	67	N2	67
Camión 3E	23	N3	25
Camión 4E	2		
Semitrayler 6E	1	O4	1
TOTAL	679		679

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Figura 5

*Clasificación por tipo de vehículo*



**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**4.2.1.8 Factor de crecimiento Acumulado (Fca)**

El pavimento flexible para la Carretera Departamental desvío Laguna Sausacocha – Curgos, se diseñó para un periodo de vida útil de 20 años.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), asocia la Tasa de Crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa de Crecimiento Promedio Anual de la población; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

En este caso se recolectó datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática del censo nacional 2007 hasta el censo nacional 2017 de la población de 3 distritos Huamachuco, Curgos y Sarín que influyen en tránsito de la carretera en diseño. Una vez que se determinó tasa de crecimiento de los tres distritos de influencia se procedió a promediar las 3 tasas de los distritos que sería la Tasa de Crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros = 1.41 (ver anexo). Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), el Tasa de crecimiento promedio Anual al 2018 del PBI = 3.7 para la región

La Libertad por lo que se adoptó este valor.

Teniendo Las Tasas de Crecimiento para vehículos de pasajeros y de carga se aplicó la fórmula del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), dando como resultado  $F_{ca}$  para vehículos de pasajeros = 22.92 y  $F_{ca}$  para vehículos de Carga = 28.87.

#### **4.2.1.9 Cálculo del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc)**

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones.

Nuestro estudio corresponde a un diseño de una calzada con 2 carriles, uno por sentido. Por lo que se adoptó el  $F_d = 0.50$  que corresponde a la mitad del tráfico, el  $F_c = 1.00$  (ver anexo).

#### **4.2.1.10 Cálculo del Número del Factor Repeticiones de Ejes Equivalentes**

Para dicho cálculo de EE, se utilizaron las relaciones simplificadas mencionadas anteriormente en la Tabla N° 5, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados:

- ✚ **Factor camión C2:** El camión C2 corresponde a un vehículo de carga de 1 Eje Simple de rueda simple con una carga de 7 toneladas más 1 Eje Simple con rueda doble con una carga de 10 toneladas, como se aprecia en la Tabla N° 11.

Tabla 11

*Configuración de Ejes Equivalentes Camión C2*

Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos		Longitud Máxima (m)
C2			12.30
	$EE_{S1} = (P/6.6)^4$ $EE_{S2} = (P/8.2)^4$		
Ejes	E1	E2	
Carga según Censo de Carga (ton)	7	10	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Total Factor Camión C2
Peso	7	10	
Factor E.E.	1.265	2.212	<b>3.477</b>

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

🚛 **Factor camión C3:** El camión C3 corresponde a un vehículo de carga de 1 Eje Simple de rueda simple con una carga de 7 toneladas más 1 Eje Tándem con rueda doble con una carga de 16 toneladas con una longitud de 13.20 m como se aprecia en la Tabla N° 12.

Tabla 12

*Configuración de Ejes Equivalentes Camión C3*

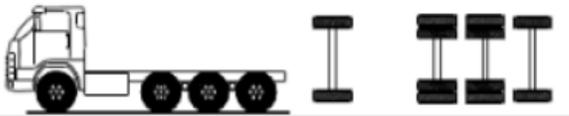
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos			Longitud Máxima (m)
C3				13.20
	$EE_{S1} = (P/6.6)^4$		$EE_{TA} = (P/15.1)^4$	
Ejes	E1	E2	E3	
Carga según Censo de Carga (ton)	7	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Total Factor Camión C3
Peso	7	16		
Factor E.E.	1.265	1.261		<b>2.526</b>

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

✚ **Factor camión C4:** El camión C4 corresponde a un vehículo de carga de 1 Eje Simple de rueda simple con una carga de 7 toneladas más 1 Eje Tridem con 2 ejes de rueda doble más 1 eje de rueda simple con una carga de 23 toneladas con una longitud de 13.20 m como se aprecia en la Tabla N° 13.

Tabla 13

*Configuración de Ejes Equivalentes Camión C4*

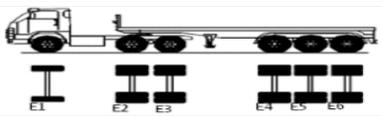
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos				Longitud Máxima (m)
C4					13.20
	$EE_{S1} = (P/6.6)^4$		$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según Censo de Carga (ton)	7	8	8	7	
Tipo de Eje	Eje Simple		Eje Tridem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes Ruedas Dobles + 1 eje Rueda Simple			Total Factor Camión C4
Peso	7	23			<b>2.774</b>
Factor E.E.	1.265	1.508			

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

✚ **Factor camión T3S3:** El camión T3S3 corresponde a un vehículo de carga de 1 Eje Simple de rueda simple con una carga de 7 toneladas, más 1 Eje Tándem de 2 ejes de rueda doble con una carga de 16 toneladas, más 1 Eje Tridem de 3 ejes de rueda doble con una carga de 23 toneladas con una longitud de 20.50 m como se aprecia en la Tabla N° 14.

Tabla 14

*Configuración de Ejes Equivalentes Camión T3S3*

Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						Longitud Máxima (m)
T3S3							20.50
	$EE_{S1} = (P/6.6)^4$	$EE_{TA} = (P/15.1)^4$		$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$			
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Carga según Censo de Carga (ton)	7	8	8	7	8	8	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem		Eje Triden			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes Rueda Doble		3 Ejes Rueda Doble			Total Factor Camión T3S3
Peso	7	16		23			<b>3.758</b>
Factor E.E.	1.265	1.261		1.232			

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, tenemos el Factor de Carga para cada tipo de vehículo como se aprecia en la Tabla N° 15.

Tabla 15

*Resumen de Configuración de Ejes Equivalentes*

Tipo de vehículo	Factor de Carga
vehículos Camión 2E	3.447
vehículos Camión 3E	2.526
Pesados Camión 4E	2.774
Semitrayler 6E	3.758

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

El Factor Vehículo Pesado, que viene a ser el promedio del factor camión (vehículos pesados).

$$F_{vp} = \frac{\sum F_C}{N_{vp}} \dots (9)$$

Donde:

Fvp: Factor Vehículo Pesado.

FC: Factor de carga.

Nvp: Número total de tipos de vehículos pesados.

Remplazando tenemos que el  $F_{vp} = 3.126$ .

#### 4.2.1.11 Cálculo del Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp)

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), nos indica que la presión inicial de 80 psi para pavimentos flexibles o semirrígidos como proyectos nuevos, por lo que obtenemos un valor de  $F_p = 1.00$  para cualquier espesor de la carpeta de rodadura y para nuestra investigación según la tabla N° 16.

Tabla 16

*Factor de Ajuste por presión de neumático (Fp)*

Espesor de capa de rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi $PCN = 0.90x[\text{Presión de inflado del neumático}](\text{psi})$						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

**Nota.** Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

#### 4.2.1.12 Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn

AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las

distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, pág. 66).

En la Tabla N°17 se muestra el cálculo y resultados de Ejes Equivalentes (EE) correspondientes al volumen de tráfico contabilizado durante los 7 días de la semana. Se obtuvo un total de 3,131,971 Ejes Equivalentes.

Tabla 17

*Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn*

Tipo de Vehículo	IMDA	Factor de Carga	Factor de Crecimiento	Número de vehículos por año	E.E	
vehículos Pesados	Camión 2E	67	3.4470	28.87	24,279	2,415,971
	Camión 3E	23	2.5260	28.87	8,447	615,996
	Camión 4E	2	2.7740	28.87	768	61,498
	Semitrayler 6E	1	3.7580	28.87	354	38,452
<b>TOTAL - ESAL</b>					<b>3,131,917</b>	

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

Determinado el número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) de 8.2 tn, realizamos la operación y obtenemos el tráfico de diseño y tráfico proyectado según las siguientes expresiones:

$$\text{Tráfico de diseño} = \text{E.E.} \times \text{Fd} \times \text{Fc} \times \text{Fp} \dots (10)$$

$$\text{Tráfico proyectado a 20 años} = \text{Tráfico de diseño} \times (1 + r)^{(n-1)} \dots (11)$$

Tabla 18

*Cálculo de Tráfico de diseño y Tráfico proyectado*

Tráfico de diseño	<b>1,565,958</b>
Tráfico proyectado	<b>3,123,033</b>

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 18 se aprecia el cálculo del Tráfico de diseño y Tráfico proyectado para vehículos pesados, se analizó los EE de vehículos pesados ya que estos requieren mayor espesor de capas de soporte debido al alto índice de destrucción hacia el pavimento.

A continuación, en la Tabla N° 19 se muestra el Índice Medio Diario Anual (IMDA) proyectado a 20 años.

Tabla 19

*Demanda de Tráfico Proyectado a 20 años*

Tipo de Vehículo		Tasa de Crecimiento	IMDA 2020	IMDA 2040	
	Motocicleta	1.41	105	137	
	Mototaxi	1.41	23	30	
	Cuatrimoto	1.41	1	1	
Vehículos Ligeros	Auto	1.41	188	245	
	Camioneta	1.41	128	166	
	Minivan	1.41	122	159	
	Combi rural	1.41	20	26	
	Micro	1.41	1	1	
	vehículos Pesados	Camión 2E	3.70	67	133
		Camión 3E	3.70	23	46
	Camión 4E	3.70	2	4	
	Semitrayler 6E	3.70	1	2	
Total			679	949	

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## 4.2.2 Estudio Topográfico

### 4.2.2.1 Ubicación

Nuestra zona de estudio se encuentra en el Distrito Curgos, Provincia Sánchez Carrión, Región La Libertad, en la Carretera Departamental 907; el Tramo empieza en el desvío Laguna Sausacocha hasta Curgos.

### 4.2.2.2 Orografía

La zona en estudio corresponde a un terreno tipo ondulado con una pendiente transversal máxima de 45 % y en promedio 17.4 %. En el replanteo se obtuvo una pendiente longitudinal en promedio es de 5.46 % cumpliendo así con lo estipulado en el Manual del MTC de Diseño Geométrico de Carreteras 2018.

### 4.2.2.3 Longitud

La extensión del tramo de estudio consta de 9.79 km la cual posteriormente será verificado mediante un replanteo del alineamiento geométrico, el tramo empieza en el desvío Laguna Sausacocha y termina en el Distrito de Curgos.

#### **4.2.2.4 Área**

El área que comprende la estructura de la carretera está formada por el ancho total de la plataforma y la longitud de vía en este caso es igual a 96,745.20 m<sup>2</sup>.

#### **4.2.2.5 Coordenada Inicial y Coordenada Final**

El proyecto se ubica en la zona 18, el punto de inicio está dado por la Coordenada Este: 169726.93 m y Coordenada Norte: 9136088.33 m, y el punto final por la Coordenada Este: 175117.00 m y Coordenada Norte: 9129853.00 m.

#### **4.2.2.6 Progresiva Inicial y Progresiva Final**

Nuestra zona de estudio comienza en el inicio de la Carretera departamental La Libertad 907, la cual empieza en el desvío Laguna Sausacocha que corresponde a la progresiva 0+000 km. de dicha carretera y con una progresiva final de 9+177 km.

#### **4.2.2.7 Cota Inicial y Cota Final**

La cota inicial se tomó al principio de la Carretera hacia Curgos teniendo una elevación de 3177.78 msnm y una cota final de 3243.76 msnm, presentando una pendiente mínima.

### **4.2.3 Diseño Geométrico de la Carretera**

#### **4.2.3.1 Velocidad de Diseño**

Para este proyecto hemos considerado 30 km/h como velocidad de diseño, por corresponder a una carretera de segunda clase tipo 2 (terreno ondulado).

#### **4.2.3.2 Curvas Horizontales**

Para nuestra zona de estudio en el tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos contamos con 47 curvas horizontales teniendo como características:

- ✚ Radios mínimos 30 m y radio máximo de 1828.871 m.
- ✚ Longitud de curva horizontal mínimo de 22.931 m y longitud de curva horizontal máximo de 193.335 m.

#### **4.2.3.3 Perfil de la Carretera**

Para nuestra zona de estudio en el tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos, replanteando el alineamiento geométrico cuenta con una longitud de 9.177 km, y tiene las siguientes características:

- ✚ Pendiente mínima de 0.033% (por tener un bombo de 2.5%) y una pendiente máxima de 9.950%
- ✚ Longitud mínima de 36.65 m y longitud máxima de 601.99 m.

#### **4.2.3.4 Curvas Verticales**

Para nuestra zona de estudio en el tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos contamos con 35 curvas Verticales teniendo como características:

- ✚ Longitud mínima de 35.718 m y longitud máxima de 114.071 m.

#### **4.2.3.5 Sección Transversal**

Para nuestro proyecto hemos considerado los siguientes elementos y parámetros:

- ✚ Calzada de 6.60 m y carriles de 3.30
- ✚ Bermas de 0.50 m.
- ✚ Bombeo de 2.5%
- ✚ Talud de corte 1:2.00
- ✚ Talud de relleno 1:2.00
- ✚ Cuneta 1.00:2.00 m.

### **4.2.4 Estudio de Suelos**

#### **4.2.4.1 Exploración de Campo**

Consideramos realizar 8 pozos exploratorios (calicatas), según la Norma ASTM D420, con una profundidad de 1.50 m por debajo del nivel de la subrasante. En la Tabla N° 20 se aprecia las progresivas y profundidad de extracción.

Tabla 20

*Exploración de calicatas*

N° Calicata	Progresivas (km)	Muestra	Profundidad
C-1	0+600	M-1	1.50
C-2	1+600	M-2	1.50
C-3	2+600	M-3	1.50
C-4	3+600	M-4	1.50
C-5	4+600	M-5	1.50
C-6	5+600	M-6	1.50
C-7	6+600	M-7	1.50
C-8	7+600	M-8	1.50

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**4.2.4.2 Análisis Granulométrico (ASTM D422 – MTC E107)**

Se realizó este ensayo para determinar la proporción de las componentes de cada muestra para clasificarlos según su tamaño y así conocer sus distintas propiedades, obtuvimos un resultado en diferentes porcentajes de grava, arena y finos como se muestra en la Tabla N° 21.

Tabla 21

*Resultados del Análisis granulométrico*

N° Calicata	Muestra	% Grava	% Arena	% Fino
C-1	M-1	22.90	75.90	1.20
C-2	M-2	13.30	69.50	17.20
C-3	M-3	6.50	75.40	18.10
C-4	M-4	4.90	86.70	8.40
C-5	M-5	0.50	90.70	8.70
C-6	M-6	4.00	83.60	12.40
C-7	M-7	0.00	88.80	11.20
C-8	M-8	4.70	82.30	13.00

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**4.2.4.3 Limite Liquido (ASTM D4318 – MTC E110)**

En la Tabla N° 22 se aprecia los resultados obtenidos del ensayo que nos

permite conocer cuál es el contenido de agua expresada en porcentajes, en donde el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Tabla 22

*Resultados del Limite Líquido*

N° Calicata	Muestra	Limite Liquido (%)
C-1	M-1	18.41
C-2	M-2	26.85
C-3	M-3	26.17
C-4	M-4	26.13
C-5	M-5	25.54
C-6	M-6	27.36
C-7	M-7	22.15
C-8	M-8	24.2

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**4.2.4.4 Limite Plástico (ASTM D4318 – MTC E111)**

Este ensayo nos permite conocer cuál es la mínima cantidad de agua expresada en porcentajes en donde el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Aparte se calculó el Índice de Plasticidad, que es la diferencia entre ambos límites (líquido y plástico) como se muestra en la Tabla N° 23.

Tabla 23

*Resultados del Limite Plástico*

N° Calicata	Muestra	Limite Plástico	Índice De Plasticidad
C-1	M-1	N.P.	N.P.
C-2	M-2	20.12	6.73
C-3	M-3	20.69	5.48
C-4	M-4	20.36	5.77
C-5	M-5	19.7	5.84
C-6	M-6	21.58	5.78
C-7	M-7	17.24	4.91
C-8	M-8	18.29	5.91

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.5 Contenido de Humedad (ASTM D2487 – MTC E108)

Este ensayo nos permite conocer la humedad natural del suelo ya que la resistencia del suelo su sub rasante está relacionado con la humedad y densidad que estos suelos presenten, expresada en porcentajes, del peso de agua de una masa de suelo, al peso de las partículas sólidas. En la Tabla N° 24 se muestra la cantidad de humedad natural encontrada en el suelo de cada muestra.

Tabla 24

*Resultados del contenido de humedad*

N° Calicata	Muestra	Contenido De Humedad
C-1	M-1	11.06
C-2	M-2	18.6
C-3	M-3	22.17
C-4	M-4	13.86
C-5	M-5	14.69
C-6	M-6	12.49
C-7	M-7	11.27
C-8	M-8	10.84

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.6 Clasificación de SUCS (ASTM D2487)

Esta prueba da a conocer algunas características y permitirá predecir el comportamiento de los suelos, delimitándolo en sectores homogéneos (Grava, arena, arcilla y limo) tal y como se muestra la clasificación en la Tabla N° 25.

Tabla 25

##### *Clasificación de suelo SUCS*

N° Calicata	Muestra	Sucs
C-1	M-1	SP
C-2	M-2	SC-SM
C-3	M-3	SC-SM
C-4	M-4	SP-SC-SM
C-5	M-5	SP-SC-SM
C-6	M-6	SC-SM
C-7	M-7	SP-SC-SM
C-8	M-8	SC-SP

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.7 Clasificación AASHTO

En la Tabla N° 26 se muestra la Clasificación dentro de los 7 grupos principales del suelo (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7) según la clasificación AASHTO, agrupando en un mismo grupo a lo que tienen un comportamiento similar y representados por un índice de grupo.

Tabla 26

##### *Clasificación de suelo AASHTO*

N° Calicata	Muestra	AASHTO
C-1	M-1	A-2-4 (0)
C-2	M-2	A-2-4 (0)
C-3	M-3	A-2-4 (0)
C-4	M-4	A-2-4 (0)
C-5	M-5	A-2-4 (0)
C-6	M-6	A-2-4 (0)
C-7	M-7	A-2-4 (0)
C-8	M-8	A-2-4 (0)

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.8 Perfil Estratigráfico

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tacto visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estructura del suelo como se aprecia en la Tabla N° 27.

Tabla 27

##### *Resultados de Perfil Estratigráfico*

N° Calicata	Muestra	Descripción del material	Color
C-1	M-1	Arena pobremente graduada	Marrón Claro
C-2	M-2	Arena arcillosa limosa	Marrón
C-3	M-3	Arena arcillosa limosa	Marrón
C-4	M-4	Arena pobremente graduada con finos arcillosos limosos	Marrón Rojizo
C-5	M-5	Arena pobremente graduada con finos arcillosos limosos	Marrón Rojizo
C-6	M-6	Arena arcillosa limosa	Marrón Rojizo
C-7	M-7	Arena pobremente graduada con finos arcillosos limosos	Marrón Rojizo
C-8	M-8	Arena arcillosa limosa	Marrón Rojizo

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.9 Proctor Modificado (ASTM D1557 – MTC E115)

Este ensayo nos permite conocer su máxima densidad (máximo peso seco mezclado con agua y compactado) y el óptimo contenido de humedad (porcentaje de agua para el esfuerzo de compactación).

Tabla 28

##### *Resultados del Ensayo Proctor Modificado*

N° Calicata	Muestra	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1	M-1	1.62	12.80
C-3	M-3	1.50	16.50
C-5	M-5	1.57	15.90
C-7	M7	1.56	16.20

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.10 CBR (ASTM D1883 – MTC E132)

Este ensayo nos permite conocer la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos de sub rasante y de las distintas capas (sub base, base y carpeta) expresada en porcentajes, bajo condiciones de humedad y densidad controladas. En la Tabla N° 29 se aprecia el CBR para la C-1 tenemos una sub rasante Buena, para las otras 3 calicatas una sub rasante Regular por lo que se adoptó la sub rasante de más baja calidad para el diseño del pavimento flexible.

Tabla 29

##### *Resultados del ensayo CBR*

N° Calicata	Muestra	C.B.R. 95%
C-1	M-1	18.92
C-3	M-3	8.58
C-5	M-5	6.76
C-7	M-7	6.15

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5 Diseño Estructural del Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO 93

##### 4.2.5.1 Periodo de Diseño

En la Tabla N° 30 se aprecia los valores del IMDA de la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha hasta Curgos al año 2020 de 679 vehículos; proyectado a 20 años hasta el 2040 presentará un IMDA de 949 vehículos.

Tabla 30

*IMDA proyectado a un periodo de 20 años*

Tipo de Vehículo		Tasa de Crecimiento	IMDA 2020	IMDA 2040
Vehículos Ligeros	Motocicleta	1.41	105	137
	Mototaxi	1.41	23	30
	Cuatrimoto	1.41	1	1
	Auto	1.41	188	245
	Camioneta	1.41	128	166
	Minivan	1.41	122	159
	Combi rural	1.41	20	26
	Micro	1.41	1	1
	vehículos Pesados	Camión 2E	3.70	67
Camión 3E		3.70	23	46
Camión 4E		3.70	2	4
Semitrayler 6E		3.70	1	2
Total			679	949

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5.2 Número Estructural de Ejes Equivalentes (W18)

En la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos, se obtuvo un total de 3,123,033 E.E acumulados, representado por Camiones C2, C3, C4 y T3S3. El total de E.E corresponde a una proyección de 20 años que será la vida útil del pavimento.

#### 4.2.5.3 Módulo de Resiliencia (Mr)

En el diseño de la carretera departamental tramo desvío Laguna Sausacocha – Curgos se consideró un CBR de 6.15 % siendo el que presentará condiciones más desfavorables ya que corresponde a una sub rasante regular. Estando el Mr en función al CBR nos arrojó un valor de 8170.92 psi.

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64} \dots (12)$$

#### **4.2.5.4 Confiabilidad (%R)**

En nuestro proyecto de acuerdo a la demanda del tránsito corresponde a un Tipo de Tráfico Pesado Tp7, por lo tanto, se considera un nivel de confiabilidad de  $R = 85\%$  de acuerdo con el Manual de Carreteras (2014) publicado por el MTC.

#### **4.2.5.5 Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )**

Para el presente proyecto por tratarse de un Tipo de Tráfico Pesado Tp7, obtuvimos un valor de  $Z_r = -1.036$ .

#### **4.2.5.6 Desviación Estándar Combinada ( $S_0$ )**

Según la Metodología AASHTO, recomienda utilizar para la Desviación Estándar Combinada valores comprendidos entre 0.40-0.50, adoptando para el presente proyecto un valor de  $S_0 = 0.45$  el cual es recomendado por el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014.

#### **4.2.5.7 Variación de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

Nuestra zona de estudio por corresponder un Tráfico Pesado Tp7, obtuvimos para la Serviciabilidad Inicial un valor de 4.00 y para la Serviciabilidad Final el valor de 2.50, por lo tanto, la Variación de Serviciabilidad  $\Delta PSI = 1.50$ .

#### **4.2.5.8 Coeficientes Estructurales de Capas**

Hemos considerado los siguientes coeficientes estructurales por ser los parámetros que más se asemejan a nuestro tipo de pavimento, son:

  $a_1 = 0.170$  (favorable en todo tipo de tráfico).

  $a_2 = 0.052$  (favorable en este tipo de tráfico).

  $a_3 = 0.047$  (favorable en este tipo de tráfico).

#### **4.2.5.9 Coeficientes de Drenaje**

Nuestra zona de estudio presenta precipitaciones pluviales con regularidad y al ser una zona montañosa con pronunciadas pendientes, la evacuación del agua tarda 1 día que vendría a ser un drenaje bueno, asumiendo como coeficiente ( $m_2$  y  $m_3$ ) el valor de 1.00 para la sub base y base.

#### 4.2.5.10 Número Estructural y Espesores del Pavimento

Una vez obtenida las variables, procedemos a reemplazar en la ecuación básica del diseño estructural del pavimento flexible, dándonos como resultado el Numero Estructural (SN):

Tabla 31

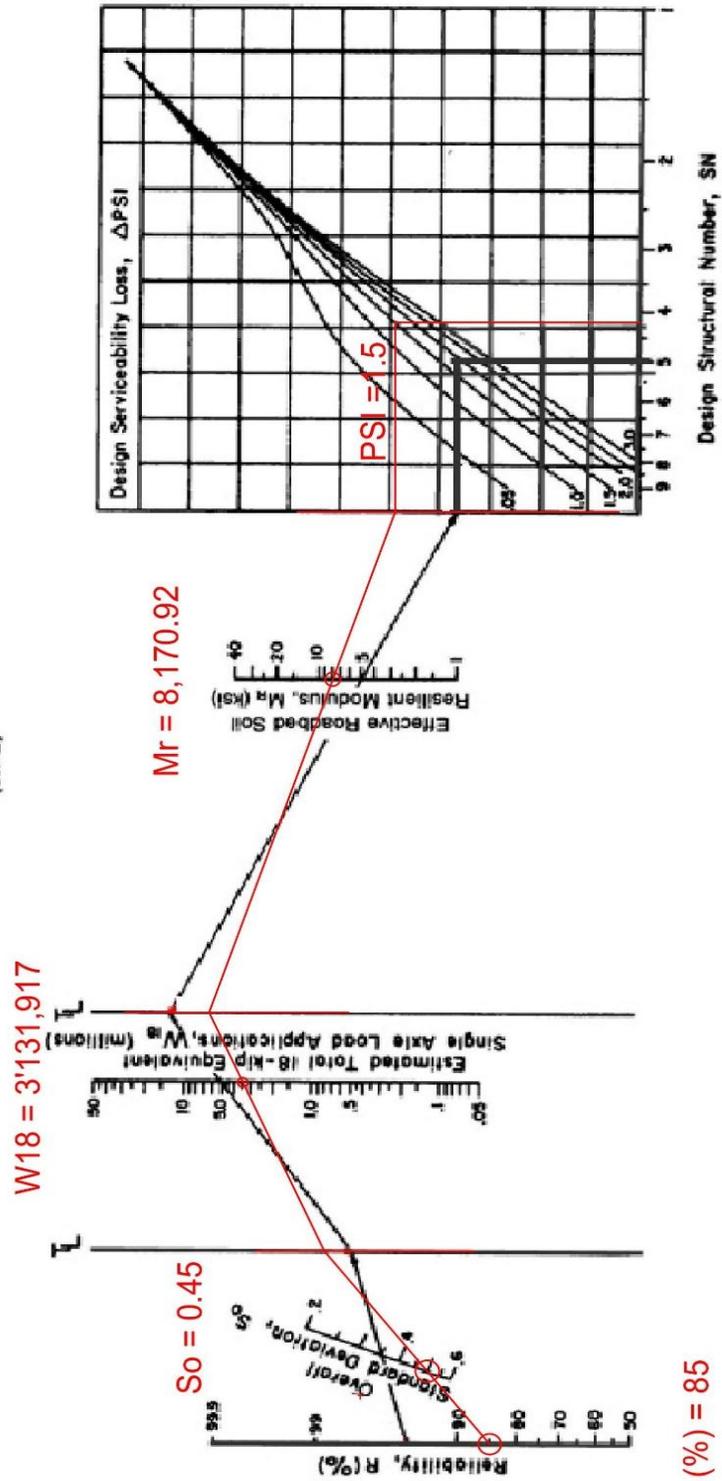
*Resultados de Variables para el Diseño*

Variables	Valor
W18	3'123,033
Mr	8,170.92
Zr	-1.036
So	0.45
$\Delta$ PSI	1.50
SN	4.00

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

MONOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R = 8.07$$



SN = 4.0

R (%) = 85

Obteniendo un Número Estructural de 4.00 por el método numérico y por el método gráfico 4.00, con lo que se espera calcular el espesor efectivo del pavimento para las distintas capas ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ).

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots (13)$$

$$4.00 = 0.17 \times d_1 + 0.052 \times d_2 \times 1 + 0.047 \times d_3 \times 1$$

Donde:

$a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  = coeficientes estructurales de las capas.

$d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas.

$m_2$ ,  $m_3$  = coeficientes de drenaje.

Tabla 32

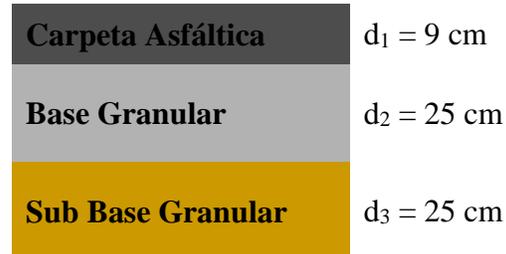
*Resultados del diseño de la estructura del pavimento*

Estructura	Capa	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	$d_1$	9
Base Granular	$d_2$	25
Sub Base Granular	$d_3$	25

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Figura 6

*Estructura del Pavimento Flexible*



**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## 4.2.6 Señalización y Seguridad Vial

### 4.2.6.1 Señalización Vertical

Para nuestro proyecto hemos considerado las siguientes señales reglamentarias, preventivas y de información:

Tabla 33

*Resultados del diseño de Señalización Vertical*

Tipo	Código	Señal	Cantidad
Reglamentarias	R-1	Pare	2
Reglamentarias	R-3	Dirección Obligada	30
Reglamentarias	R-16	Prohibido Adelantar	13
Reglamentarias	R-30	Velocidad Máxima Permitida	3
Preventivas	P-2A	Curva a la Derecha	3
Preventivas	P-2B	Curva a la Izquierda	29
Preventivas	P-4A	Curva y Contra-Curva a la derecha	29
Preventivas	P-4B	Curva y Contra-Curva a la Izquierda	8
Preventivas	P-5-2A	Curva en U a la derecha	2
Preventivas	9-5-2B	Curva en U a la Izquierda	2
Preventivas	P-33A	Reductor de Velocidad Resalto	14
Preventivas	P-35	Fuerte Pendiente en Descenso	6
Preventivas	P-35C	Fuerte Pendiente en Ascenso	6
Preventivas	P-48	Zona de Presencia de Peatones	2
Preventivas	P-49	Zona Escolar	2
Preventivas	P-53	Cruce de Animales	8
Informativas	-	Dirección	1
Informativas	-	Confirmación	2

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6.2 Marcas en el Pavimento

En nuestro proyecto consideramos las siguientes señales horizontales que cumplen una función importante dentro del funcionamiento de la vía, las señales utilizadas se muestran en la tabla N° 34 a continuación.

Tabla 34

*Resultados de la Señalización Horizontal*

Señal	Unidad	Cantidad
Línea Borde de Calzada	ml	18,354
Línea Central	ml	9,177
Línea de Pare	m <sup>2</sup>	3.30
Línea de Cruce Peatonal	m <sup>2</sup>	66
Tachas Retrorreflectivas	Und.	8719
Señal delineador de curva horizontal	Und.	290

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Docimasia de hipótesis**

En el Análisis de Tránsito se constató que el número de vehículos que circulan por la vía es de 679 vehículos diarios por ende se clasifica en una carretera de segunda clase la cual debería tener una superficie de rodadura pavimentada, también no presenta señalización de tránsito ofreciendo un servicio deficiente.

El Diseño Estructural del Pavimento Flexible está en función directamente por los estudios realizados, tanto por el Análisis de Tránsito como por el Estudio de Mecánica de Suelos. Se observó que el Diseño Estructural del pavimento flexible cambia considerablemente de acuerdo al IMDA actual que presenta la vía y el MR que está en función al CBR con un valor de 6.15% que corresponde a una sub rasante de regular calidad. Por lo que se puede afirmar que la hipótesis cumple y es conforme de acuerdo al análisis realizado y los datos presentados en el presente informe.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los resultados del análisis de tránsito nos indica que hay un tráfico bastante variable, ya que presenta horas de máxima demanda siendo en los periodos de 6 a.m. a 8 a.m., de 1 p.m. a 3 p.m. donde se encuentra el pico más en un intervalo de 1:15 p.m. a 1:30 p.m. con una cantidad de 134 vehículos. La carretera presenta un IMDA actual de 679 vehículos.
- La Carretera según su clasificación por demanda corresponde a una carretera segunda clase, dicha carretera presenta un IMDA en aumento ya que la tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros se asocia a la tasa de crecimiento poblacional de los distritos que se intercomunican con la vía en estudio, siendo las tasas de crecimiento poblacional 3.43%, 0.39% y 0.41 para los distritos de Huamachuco, Curgos y Sarín respectivamente, los porcentajes corresponden a la variación poblacional durante 10 años de muestra desde el 2007 hasta el 2017. Obteniendo un promedio de 1.41 como tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros. Para la tasa de vehículos de carga se asocia al incremento porcentual promedio del PBI de la región La Libertad obteniendo un valor de 3.7 al año 2018.
- Los resultados del estudio de mecánica de suelos establecen la estratigrafía del suelo de fundación donde encontramos un promedio de 7.1 % de grava, mientras que representando en gran cantidad del suelo se encuentra la Arena con un promedio de 81.24 % y por último los finos limosos con un promedio de 11.28 % del suelo. La Máxima Densidad Seca del suelo va desde 1.55 gr/cm<sup>3</sup> hasta 1.62 gr/cm<sup>3</sup> con un Óptimo Contenido de Humedad alrededor de 15 %.
- El estudio de mecánica de suelos nos indica que en el tramo de la carretera en estudio predomina una mezcla de Arena con finos Arcillo Limosos con un Índice plástico variable entre el 4.91 y el 6.73 %, teniendo un suelo notoriamente homogéneo de baja plasticidad. Se obtuvo un resultado del CBR al 95% M.D.S. de diseño de 6.15% siendo el de condiciones más desfavorables y cumpliendo con lo estipulado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (2014) del MTC.

- ✚ El diseño estructural del pavimento flexible se realizó mediante la metodología ASSHTO 93, determinando una estructura con un espesor de la carpeta de rodadura de 9 cm, con una base granular de 25 cm y con sub base granular de 25 cm.
- ✚ El presupuesto para la ejecución del proyecto sería de 22'956,727.28 dentro del cual considera gastos generales (10%), utilidad (5%) y por último IGV (18%).

## CONCLUSIONES

- ✚ En la presente tesis, se concluye que durante los 7 días de la semana se tiene un tráfico no muy variable, siendo el día lunes el de mayor demanda con 733 vehículos; esto se debe al transporte de trabajadores de centros educativos, puestos de salud y de entidades públicas hacía los distritos de Curgos y Sarín. La hora donde hay un pico más alto de vehículos es de 1:00 p.m. a 3:00 p.m. en las demás horas se observa decrecimiento significativo.
- ✚ Se llevó a cabo el levantamiento topográfico del tramo de la vía Laguna Sausacocha – Curgos, dicha vía presenta una pendiente máxima de 45 %, con una distancia de 9.79 km de longitud, la superficie de rodadura se encuentra con un espesor precario de afirmado, la vía no cuenta con bermas laterales y en cuanto a la evacuación pluvial presenta cunetas saturadas por derrumbes típicos de la zona. Realizando el alineamiento longitudinal de la carretera para 2 carriles con un ancho de 3.30 m., una berma de 0.5 m y una cuneta para evacuación de aguas pluviales de 1x1 m. Obteniendo una distancia de 9.177 km.
- ✚ De acuerdo a la exploración de campo y al resultado del laboratorio de estudios de suelos, se tiene una estratigrafía para suelo de fundación que está conformado por Arena pobremente gravada (SP), Arena arcillo limosa (SC-SM), y Arena pobremente gravada con finos arcillo limosos (SP-SC-SM). Siendo la estratigrafía más representativa del lugar. El índice plástico (IP) está alrededor de 5.5 % de modo que lo clasifica como un suelo de baja plasticidad. El suelo tiene un promedio Máxima Densidad Seca  $1.58 \text{ gr/cm}^3$  y un Óptimo Contenido de Humedad alrededor de 15 %.
- ✚ El resultado del estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación nos permitió conocer la composición de suelos del tramo de la vía y corresponde a una Arena con Fino Arcillo Limosos en la mayoría de la longitud, presentando un CBR (95% M.D.S.) para la calicata N° 1 de 18.92 % y para las otras 3 calicatas alrededor de 6 % el cual corresponde a una sub rasante de regular condición y se optó trabajar con el CBR más desfavorable siendo 6.15 % debido a la similitud de CBR.
- ✚ Concluyendo con un diseño según la metodología AASHTO – 93 para estructura del

pavimento flexible con un periodo de vida útil de 20 años se tiene la siguiente estructura: Carpeta asfáltica = 9 cm., Base = 25 cm y Sub base = 25 cm.

- ✚ La vía presenta insuficiente seguridad vial por lo que se diseñó una señalización Vertical y Horizontal de la vía teniendo un total de 111 señales preventivas, 48 señales reglamentarias, 3 señales informativas además de una señalización horizontal mediante marcas en el pavimento, tachas Retrorreflectivas y señales delineadoras de curva horizontal.

## RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda para proyectos de investigación de este tipo seguir con los lineamientos de las normas técnicas de carreteras del MTC, en el diseño del pavimento flexible se debe considerar las características climatológicas de la zona y sus efectos ya que la Guía AASTHO-93 no considera efectos producidos por el impacto dinámico de cargas cuando hay presencia de agua en las capas estructurales del pavimento, por lo tanto se recomienda impermeabilizar la sub estructura del pavimento con un bombeo de acuerdo a la cantidad de precipitaciones y sellar completamente las estructuras de drenaje para evitar penetración de agua hacia la subestructura.
- ✚ Se debe promover investigaciones de este tipo ya que la gran mayoría de carreteras afirmadas no cuenta con estudios definitivos a nivel de pavimentación y se desconoce que la construcción de estos proyectos reduce en gran magnitud la emisión del CO2 ocasionado por el largo tiempo de viaje de los vehículos. También ayuda a prevenir la erosión de la superficie de rodadura de carreteras a nivel de afirmado producto de las lluvias y del tránsito constante.
- ✚ Es de suma importancia que el mantenimiento en carreteras a nivel de afirmado se mantenga rutinariamente especialmente los meses de invierno ya que las lluvias ya que estas producen derrumbes por el inadecuado talud obstaculizando la evacuación de aguas pluviales posteriormente dañando la carpeta de rodadura.
- ✚ Para el diseño geométrico de carreteras y pavimentos se recomienda utilizar manuales de carreteras publicadas por el MTC ya que están basados en métodos científicamente comprobados de acuerdo a las condiciones ambientales de diferentes zonas.
- ✚ Los gobiernos locales deberían gestionar costes de mantenimiento para carreteras a nivel de afirmado y a nivel de pavimento para mantener las vías en buen estado e implementar una señalización vertical y horizontal para la seguridad del transporte de pasajeros y carga.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ **Álvarez R. (2008).** *Análisis y estudio de la red vial pavimentada de la I Región utilizando el sistema computacional Dtimes* (tesis pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- ✚ **Becerra Salas, M. (2012).** *Tópicos de Pavimentos de Concreto: Diseño, construcción y supervisión*. Lima - Perú: Flujo libre.
- ✚ **Briceño L. y Narcizo W. (2019).** *Análisis Comparativo del Diseño Estructural del Pavimento Flexible entre las Metodologías AASHTO-93 y la del Instituto de Asfalto para el Camino Vecinal de Julcán al Caserío de Chuan parte baja, Distrito de Julcán, Provincia de Julcán, La Libertad* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- ✚ **Chávez, R. (2018).** *Diseño del Pavimento Flexible para la Av. Morales Duarez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la Ciudad de Lima* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- ✚ **Coronado Iturbide, J. (2002).** *Manual centroamericano para el diseño de pavimentos*. Guatemala-México: Lumisa.
- ✚ **Escobar, L. & Huincho, J. (2017).** *Diseño de Pavimento Flexible, bajo Influencia de Parámetros de Diseño debido al Deterioro del Pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- ✚ **Flores O. y Valverde G. (2019).** *Análisis Comparativo entre el Diseño del Pavimento Rígido y Pavimento Flexible para Mejoramiento del Camino Vecinal, Desvío de Markahuamachuco – Sanagorán – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- ✚ **Fontalba, E. (2015).** *Diseño de un Pavimento Alternativo para La Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1º Etapa* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- ✚ **Menéndez A. (1ra Ed.). (2009).** *Ingeniería de Pavimentos*. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- ✚ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2001).** *Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Manual de diseño geométrico para carreteras DG-2001*. Perú:

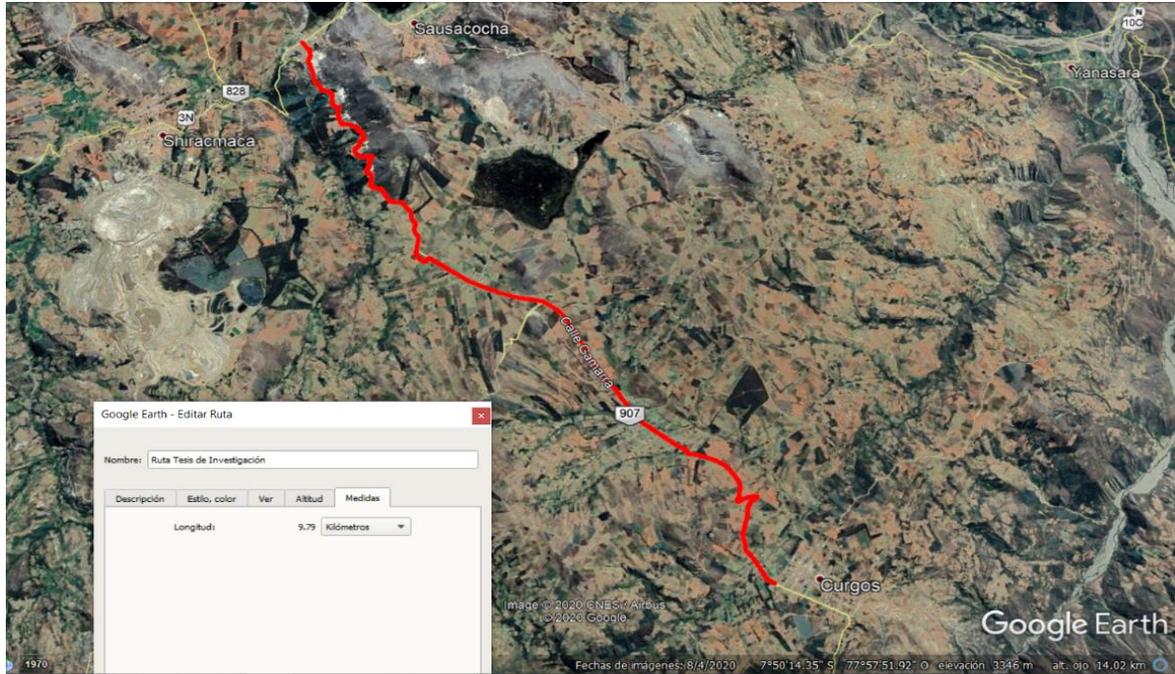
MTC.

- ✚ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).** *Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Perú: MTC.
- ✚ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).** *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.* Perú: MTC.
- ✚ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018).** *Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Manual de diseño geométrico para carreteras DG-2018.* Perú: MTC.
- ✚ **Montejo Fonseca, A. (3ra Ed.). (2002).** *Ingeniería de Pavimentos.* Bogotá-Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- ✚ **Navarro H. (2017).** *Ingeniería de tránsito.* Managua, Nicaragua: edition of the Highway Capacity Manual (HCM2010).
- ✚ **Quintero González, J. R. (2011).** Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 20(30), 65-77.*
- ✚ **Quintero González, J. R. (2017).** Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo, 21(40), 57-72.*
- ✚ **Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010. (1ra Ed.). (2010).** *Pavimentos urbanos.* Lima - Perú: Grupo universitario.
- ✚ **Reyes R. y James G. (8va Ed.). (2007).** *Ingeniería de Tránsito.* México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- ✚ **Rodríguez, J. & Tamayo, C. (2019).** *Evaluación de la Transitabilidad Vial y Diseño del Pavimento Flexible en el Sector Virgen del Socorro - Trujillo - La Libertad* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- ✚ **Tapia García, M. A. (1ra Ed.). (2015).** *Pavimentos.* Guadalajara, México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ✚ **Universidad Mayor de San Simón (2004).** *Manual Completo de Diseño de pavimentos.* Jordán, Cochabamba, Bolivia.

## ANEXOS

Figura 7

*Ubicación de longitud total de diseño de pavimento flexible*



**Nota.** Fuente: Google Earth pro

Figura 8

*Estado situacional de la vía desvío Laguna Sausacocha – Distrito de Curgos.*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 9

*Carretera hacia el Distrito Curgos*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 10

*Distrito Curgos*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 11

*Control Vehicular – Semytrailer 6 Ejes (T3S3)*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 12

*Control Vehicular – Camión 4 Ejes (C4)*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 13

*Control vehicular – Camión 3 Ejes (C3)*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 14

*Control Vehicular – Camión 2 Ejes (C2)*



**Nota.** Fuente: Propia

Tabla 35

*Control Vehicular día lunes 21 de septiembre*

Lugar: Desvío Laguna Sausacocho Estación: 1

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Cuatrimoto	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	2	0	0	8	3	3	2	1	0	0	0	22
6:15 - 6:30 a.m.	5	0	0	5	4	2	3	1	0	0	0	23
6:30 - 6:45 a.m.	5	2	0	8	2	1	0	1	0	0	0	22
6:45 - 7:00 a.m.	7	1	0	7	5	1	4	0	0	0	0	28
7:00 - 7:15 a.m.	8	2	0	5	3	2	1	2	0	0	0	26
7:15 - 7:30 a.m.	6	2	1	6	2	3	0	1	1	0	0	25
7:30 - 7:45 a.m.	5	0	0	8	4	2	0	1	0	0	1	24
7:45 - 8:00 a.m.	5	2	0	3	0	1	0	1	1	0	0	15
8:00 - 8:15 a.m.	6	2	0	5	3	2	2	1	0	0	0	24
8:15 - 8:30 a.m.	5	1	0	6	4	2	4	2	1	0	0	28
8:30 - 8:45 a.m.	4	0	0	3	1	1	2	1	0	0	0	14
8:45 - 9:00 a.m.	3	1	0	6	2	3	0	2	0	0	0	19
9:00 - 9:15 a.m.	2	1	0	3	1	2	0	2	1	0	0	14
9:15 - 9:30 a.m.	1	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	7
9:30 - 9:45 a.m.	0	1	0	4	1	1	0	1	1	0	0	10
9:45 - 10:00 a.m.	5	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	11
10:00 - 10:15 a.m.	2	0	1	2	0	3	0	1	1	0	0	11
10:15 - 10:30 a.m.	1	0	0	4	1	2	0	1	0	0	0	10
10:30 - 10:45 a.m.	1	1	0	1	2	4	0	0	1	0	0	11
10:45 - 11:00 a.m.	1	0	0	5	0	3	0	1	0	0	0	11
11:00 - 11:15 a.m.	1	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	10
11:15 - 11:30 a.m.	0	0	0	4	3	1	0	2	1	0	0	12
11:30 - 11:45 a.m.	0	0	0	4	1	1	1	0	2	0	0	10
11:45 - 12:00 p.m.	0	1	0	4	1	2	1	1	0	0	0	11
12:00 - 12:15 p.m.	1	0	0	3	3	1	0	2	1	0	0	12
12:15 - 12:30 p.m.	2	0	0	2	2	2	1	1	1	0	0	12
12:30 - 12:45 p.m.	0	1	0	3	1	2	0	1	0	0	0	9
12:45 - 1:00 p.m.	0	0	0	4	3	0	1	1	0	0	0	10
1:00 - 1:15 p.m.	2	0	0	6	4	2	1	2	1	0	0	20
1:15 - 1:30 p.m.	3	0	0	7	5	4	2	1	1	0	0	26
1:30 - 1:45 p.m.	1	1	0	8	2	2	3	0	0	0	0	19
1:45 - 2:00 p.m.	4	0	0	6	3	3	0	1	0	0	0	19
2:00 - 2:15 p.m.	3	1	0	4	2	4	0	3	0	0	0	19
2:15 - 2:30 p.m.	4	0	0	6	3	3	1	2	1	0	0	23
2:30 - 2:45 p.m.	4	1	0	3	3	5	1	1	0	0	0	20
2:45 - 3:00 p.m.	2	0	0	5	3	2	2	4	0	0	0	20
3:00 - 3:15 p.m.	2	1	0	3	2	3	0	0	2	0	0	15
3:15 - 3:30 p.m.	2	1	0	2	2	2	0	0	1	0	0	11
3:30 - 3:45 p.m.	0	0	0	4	1	4	0	1	0	0	0	11
3:45 - 4:00 p.m.	1	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	9
4:00 - 4:15 p.m.	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	7
4:15 - 4:30 p.m.	2	0	0	3	0	3	1	1	2	0	0	14
4:30 - 4:45 p.m.	0	0	0	1	2	2	0	0	1	0	0	7
4:45 - 5:00 p.m.	1	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0	8
5:00 - 5:15 p.m.	1	0	0	2	1	3	0	2	0	0	0	10
5:15 - 5:30 p.m.	0	0	0	1	3	2	1	0	2	0	0	10
5:30 - 5:45 p.m.	0	1	0	3	0	4	2	0	1	0	0	12
5:45 - 6:00 p.m.	1	0	0	3	1	1	0	0	1	0	0	8
TOTAL	127	29	2	216	105	125	42	54	29	1	1	733

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

*Control Vehicular día martes 22 de septiembre*

Lugar: Desvío Laguna Sausacocho Estación: 1

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Cuatrimoto	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	2	2	0	3	1	0	2	0	0	0	0	11
6:15 - 6:30 a.m.	3	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	9
6:30 - 6:45 a.m.	1	0	0	2	1	2	0	1	1	0	0	9
6:45 - 7:00 a.m.	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	7
7:00 - 7:15 a.m.	3	0	0	2	1	1	1	3	0	0	0	12
7:15 - 7:30 a.m.	1	0	0	3	2	0	1	1	1	0	0	10
7:30 - 7:45 a.m.	2	0	0	4	0	1	0	2	2	0	1	14
7:45 - 8:00 a.m.	1	1	0	3	1	0	0	4	1	0	0	12
8:00 - 8:15 a.m.	2	0	0	3	1	2	0	1	0	0	0	10
8:15 - 8:30 a.m.	3	0	0	1	2	3	1	0	1	1	0	14
8:30 - 8:45 a.m.	4	0	0	2	1	1	0	2	0	0	0	11
8:45 - 9:00 a.m.	1	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	8
9:00 - 9:15 a.m.	2	1	0	1	3	1	0	1	1	0	0	11
9:15 - 9:30 a.m.	1	0	0	2	1	2	0	2	1	0	0	10
9:30 - 9:45 a.m.	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	6
9:45 - 10:00 a.m.	0	0	0	3	2	1	0	3	0	0	0	10
10:00 - 10:15 a.m.	2	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	8
10:15 - 10:30 a.m.	1	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	7
10:30 - 10:45 a.m.	0	1	0	2	0	2	0	3	2	0	0	11
10:45 - 11:00 a.m.	2	1	0	1	1	3	0	1	0	0	0	10
11:00 - 11:15 a.m.	3	1	0	2	3	3	0	3	0	0	0	17
11:15 - 11:30 a.m.	1	1	0	1	4	1	0	1	0	0	0	10
11:30 - 11:45 a.m.	2	0	0	0	5	2	0	0	2	1	0	14
11:45 - 12:00 p.m.	3	1	0	3	4	0	1	2	0	0	0	16
12:00 - 12:15 p.m.	3	0	0	3	4	2	1	1	0	0	0	16
12:15 - 12:30 p.m.	1	0	0	1	5	3	0	3	1	0	0	16
12:30 - 12:45 p.m.	1	0	0	3	2	1	0	2	0	0	0	10
12:45 - 1:00 p.m.	2	1	0	4	3	0	0	0	1	0	0	12
1:00 - 1:15 p.m.	3	0	0	7	3	3	0	1	0	0	0	19
1:15 - 1:30 p.m.	2	1	0	4	5	3	1	3	0	0	0	22
1:30 - 1:45 p.m.	1	0	0	5	4	2	0	1	0	0	0	15
1:45 - 2:00 p.m.	3	0	0	2	2	4	1	2	1	0	0	17
2:00 - 2:15 p.m.	1	0	0	3	2	0	0	2	0	0	0	9
2:15 - 2:30 p.m.	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	6
2:30 - 2:45 p.m.	0	1	0	2	1	1	1	3	0	1	0	11
2:45 - 3:00 p.m.	3	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	8
3:00 - 3:15 p.m.	1	2	0	5	3	1	0	2	1	0	0	17
3:15 - 3:30 p.m.	2	1	0	7	1	1	0	1	0	0	0	15
3:30 - 3:45 p.m.	1	1	0	4	4	3	1	3	0	0	0	19
3:45 - 4:00 p.m.	0	2	0	3	3	2	0	3	3	0	0	18
4:00 - 4:15 p.m.	0	0	0	3	2	2	0	3	0	0	0	11
4:15 - 4:30 p.m.	2	0	0	1	3	3	0	0	1	0	1	12
4:30 - 4:45 p.m.	0	1	0	2	1	1	0	4	1	0	0	11
4:45 - 5:00 p.m.	1	1	0	5	4	1	0	0	0	0	0	14
5:00 - 5:15 p.m.	0	2	0	4	3	1	0	1	0	0	0	12
5:15 - 5:30 p.m.	3	0	1	5	1	2	0	0	1	0	0	15
5:30 - 5:45 p.m.	3	1	0	2	2	1	1	0	3	1	0	16
5:45 - 6:00 p.m.	0	0	0	5	2	3	0	1	1	0	0	14
TOTAL	87	28	1	144	111	85	15	82	34	5	2	594

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

*Control Vehicular día miércoles 23 de septiembre*

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Micro	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	4	0	3	2	2	1	0	1	0	0	0	15
6:15 - 6:30 a.m.	2	2	4	1	3	1	0	3	0	0	0	18
6:30 - 6:45 a.m.	3	1	4	1	2	0	0	4	1	0	0	18
6:45 - 7:00 a.m.	3	2	5	3	4	1	0	1	1	0	0	23
7:00 - 7:15 a.m.	3	3	6	2	3	1	0	5	0	0	0	26
7:15 - 7:30 a.m.	5	2	4	1	1	0	0	2	1	0	0	18
7:30 - 7:45 a.m.	2	0	3	1	3	1	1	3	1	0	0	17
7:45 - 8:00 a.m.	4	1	5	3	2	0	0	2	0	0	0	19
8:00 - 8:15 a.m.	1	2	5	1	0	0	0	3	1	0	0	15
8:15 - 8:30 a.m.	4	0	2	4	2	0	0	2	0	0	0	16
8:30 - 8:45 a.m.	3	0	3	2	1	2	0	0	0	0	0	12
8:45 - 9:00 a.m.	2	1	1	2	3	0	0	2	0	0	0	12
9:00 - 9:15 a.m.	0	1	3	0	2	0	0	2	0	0	0	9
9:15 - 9:30 a.m.	2	1	3	0	2	0	0	1	1	0	0	11
9:30 - 9:45 a.m.	1	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	8
9:45 - 10:00 a.m.	3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	8
10:00 - 10:15 a.m.	0	0	3	1	4	0	0	2	0	0	0	11
10:15 - 10:30 a.m.	0	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9
10:30 - 10:45 a.m.	1	0	2	1	2	1	0	1	2	0	0	11
10:45 - 11:00 a.m.	0	0	3	0	3	0	0	1	0	1	0	9
11:00 - 11:15 a.m.	0	0	3	2	1	0	0	1	0	0	0	8
11:15 - 11:30 a.m.	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	0	8
11:30 - 11:45 a.m.	2	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	10
11:45 - 12:00 p.m.	0	0	2	1	2	0	0	1	1	0	0	8
12:00 - 12:15 p.m.	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	0	9
12:15 - 12:30 p.m.	2	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	10
12:30 - 12:45 p.m.	0	0	3	1	1	0	0	2	0	0	0	8
12:45 - 1:00 p.m.	1	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	10
1:00 - 1:15 p.m.	1	0	4	3	3	0	0	2	0	1	0	16
1:15 - 1:30 p.m.	2	0	5	2	2	0	0	1	1	0	0	15
1:30 - 1:45 p.m.	3	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	15
1:45 - 2:00 p.m.	1	1	6	4	1	1	0	1	2	0	1	20
2:00 - 2:15 p.m.	3	0	3	1	1	0	0	2	0	0	0	11
2:15 - 2:30 p.m.	1	1	3	3	2	0	0	2	1	0	0	15
2:30 - 2:45 p.m.	2	1	4	3	3	0	0	2	0	0	0	17
2:45 - 3:00 p.m.	2	0	4	1	2	0	0	1	0	0	0	11
3:00 - 3:15 p.m.	1	0	2	1	2	0	0	2	1	0	0	10
3:15 - 3:30 p.m.	2	1	2	2	3	0	0	0	0	0	0	11
3:30 - 3:45 p.m.	1	1	3	2	2	0	0	1	0	0	0	11
3:45 - 4:00 p.m.	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	7
4:00 - 4:15 p.m.	2	0	3	1	2	0	0	1	0	0	0	10
4:15 - 4:30 p.m.	1	1	2	1	3	0	0	1	0	0	0	10
4:30 - 4:45 p.m.	2	1	2	2	2	0	0	2	0	0	0	12
4:45 - 5:00 p.m.	1	2	1	1	3	0	0	2	1	0	0	12
5:00 - 5:15 p.m.	2	1	3	3	4	0	0	1	0	0	0	16
5:15 - 5:30 p.m.	3	2	4	2	3	0	0	2	0	0	0	18
5:30 - 5:45 p.m.	3	1	4	1	4	0	1	0	0	0	0	16
5:45 - 6:00 p.m.	1	0	5	3	5	2	0	2	2	0	0	23
TOTAL	94	36	171	94	123	14	2	78	19	2	1	636

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

*Control Vehicular día jueves 24 de septiembre*

Lugar: **Entrada al Distrito de Curgos** Estación: **2**

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Micro	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	2	0	4	1	3	0	0	0	0	0	0	11
6:15 - 6:30 a.m.	1	0	3	2	2	1	0	2	1	0	0	14
6:30 - 6:45 a.m.	4	0	4	1	3	1	0	1	0	0	0	16
6:45 - 7:00 a.m.	5	0	2	3	3	1	0	0	0	0	0	16
7:00 - 7:15 a.m.	4	0	3	2	2	0	0	1	1	0	0	15
7:15 - 7:30 a.m.	3	0	4	2	4	0	0	1	0	0	0	16
7:30 - 7:45 a.m.	4	1	3	1	3	0	0	2	1	0	0	17
7:45 - 8:00 a.m.	5	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	17
8:00 - 8:15 a.m.	3	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	11
8:15 - 8:30 a.m.	1	0	2	3	3	0	0	1	0	0	0	11
8:30 - 8:45 a.m.	2	0	1	3	2	0	0	1	0	0	0	10
8:45 - 9:00 a.m.	2	0	2	1	4	0	0	0	1	0	0	11
9:00 - 9:15 a.m.	1	0	3	1	1	0	0	1	0	0	0	8
9:15 - 9:30 a.m.	0	0	2	2	1	0	0	2	0	0	0	8
9:30 - 9:45 a.m.	1	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	8
9:45 - 10:00 a.m.	1	0	4	2	1	0	0	2	0	0	0	11
10:00 - 10:15 a.m.	2	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	8
10:15 - 10:30 a.m.	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
10:30 - 10:45 a.m.	1	0	3	2	1	0	0	2	0	0	0	10
10:45 - 11:00 a.m.	2	1	1	1	3	0	0	0	1	1	0	11
11:00 - 11:15 a.m.	1	0	2	3	1	0	0	2	0	0	0	10
11:15 - 11:30 a.m.	2	0	1	4	2	0	0	1	1	0	0	12
11:30 - 11:45 a.m.	1	0	1	4	1	0	0	3	0	0	0	11
11:45 - 12:00 p.m.	1	0	2	5	1	0	0	1	0	0	0	11
12:00 - 12:15 p.m.	2	0	2	2	2	0	0	1	0	0	0	10
12:15 - 12:30 p.m.	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	7
12:30 - 12:45 p.m.	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	7
12:45 - 1:00 p.m.	0	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	10
1:00 - 1:15 p.m.	2	1	4	1	3	0	0	0	0	0	0	12
1:15 - 1:30 p.m.	3	0	3	2	2	0	0	1	0	0	0	12
1:30 - 1:45 p.m.	1	0	5	2	4	0	0	2	0	0	0	16
1:45 - 2:00 p.m.	2	0	3	2	3	0	0	0	1	0	0	12
2:00 - 2:15 p.m.	2	0	2	3	2	0	0	1	0	0	0	11
2:15 - 2:30 p.m.	1	0	3	4	3	0	0	2	0	0	0	15
2:30 - 2:45 p.m.	1	0	1	3	1	0	0	1	0	0	0	8
2:45 - 3:00 p.m.	0	0	3	5	3	0	0	0	0	0	0	12
3:00 - 3:15 p.m.	2	0	6	3	2	0	0	2	0	0	0	17
3:15 - 3:30 p.m.	1	0	3	4	1	0	0	1	0	0	0	11
3:30 - 3:45 p.m.	1	0	4	3	2	0	0	1	1	0	0	14
3:45 - 4:00 p.m.	1	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	8
4:00 - 4:15 p.m.	1	0	2	1	2	0	0	2	0	0	0	9
4:15 - 4:30 p.m.	1	0	1	2	3	0	0	1	2	0	0	11
4:30 - 4:45 p.m.	0	0	3	3	1	0	0	3	1	0	0	12
4:45 - 5:00 p.m.	2	0	2	1	2	0	0	1	1	0	0	10
5:00 - 5:15 p.m.	3	0	4	3	4	0	1	1	0	0	0	18
5:15 - 5:30 p.m.	2	1	3	5	3	0	0	2	0	0	0	18
5:30 - 5:45 p.m.	4	1	5	4	5	1	0	3	3	0	0	29
5:45 - 6:00 p.m.	3	0	4	3	6	1	0	1	1	0	0	22
TOTAL	100	8	147	127	126	8	1	59	18	1	0	595

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

*Control Vehicular día viernes 25 de septiembre*

Lugar: **Entrada al Distrito de Curgos** Estación: **2**

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Micro	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	8
6:15 - 6:30 a.m.	1	0	3	4	1	0	0	0	0	0	0	10
6:30 - 6:45 a.m.	3	0	4	3	0	0	0	1	0	0	0	12
6:45 - 7:00 a.m.	3	0	3	2	1	1	0	1	0	0	0	12
7:00 - 7:15 a.m.	5	1	2	1	0	1	0	1	1	0	0	14
7:15 - 7:30 a.m.	4	2	3	0	1	0	0	2	0	0	0	14
7:30 - 7:45 a.m.	5	1	4	1	0	0	0	1	2	0	0	16
7:45 - 8:00 a.m.	5	0	5	2	1	1	0	1	1	0	0	18
8:00 - 8:15 a.m.	2	1	1	2	1	0	0	2	0	0	0	10
8:15 - 8:30 a.m.	4	0	2	3	2	0	0	3	1	0	0	17
8:30 - 8:45 a.m.	3	0	3	2	0	0	0	3	1	0	0	14
8:45 - 9:00 a.m.	4	0	2	2	2	0	0	1	0	0	0	12
9:00 - 9:15 a.m.	1	0	3	2	1	0	0	2	0	0	0	10
9:15 - 9:30 a.m.	1	0	4	3	2	0	0	1	0	0	0	12
9:30 - 9:45 a.m.	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	7
9:45 - 10:00 a.m.	2	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	9
10:00 - 10:15 a.m.	2	0	1	0	2	0	0	2	2	0	0	10
10:15 - 10:30 a.m.	1	0	3	0	2	0	0	3	1	0	0	11
10:30 - 10:45 a.m.	1	0	1	1	2	0	0	2	1	0	0	9
10:45 - 11:00 a.m.	2	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	8
11:00 - 11:15 a.m.	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	7
11:15 - 11:30 a.m.	2	0	2	5	2	0	0	2	1	0	0	16
11:30 - 11:45 a.m.	1	0	2	4	1	0	0	2	0	0	0	11
11:45 - 12:00 p.m.	1	0	1	4	2	0	0	2	0	1	0	12
12:00 - 12:15 p.m.	2	0	3	4	2	0	0	2	0	0	0	15
12:15 - 12:30 p.m.	3	0	5	3	3	0	0	1	1	0	0	18
12:30 - 12:45 p.m.	2	0	2	1	3	0	0	1	0	0	0	10
12:45 - 1:00 p.m.	2	1	3	2	3	0	0	3	0	0	0	16
1:00 - 1:15 p.m.	2	1	3	4	2	0	0	2	0	0	0	16
1:15 - 1:30 p.m.	3	0	6	5	2	1	0	3	0	0	0	23
1:30 - 1:45 p.m.	3	0	5	3	3	0	0	2	1	0	0	19
1:45 - 2:00 p.m.	2	0	5	3	1	1	0	2	0	0	0	16
2:00 - 2:15 p.m.	2	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	8
2:15 - 2:30 p.m.	1	0	1	2	1	0	0	1	1	0	0	8
2:30 - 2:45 p.m.	2	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	7
2:45 - 3:00 p.m.	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	7
3:00 - 3:15 p.m.	1	0	4	3	2	0	0	1	0	0	0	12
3:15 - 3:30 p.m.	2	0	6	2	2	0	0	2	1	0	0	17
3:30 - 3:45 p.m.	2	0	5	5	1	1	0	1	0	1	1	19
3:45 - 4:00 p.m.	0	0	4	3	1	0	0	1	0	0	0	10
4:00 - 4:15 p.m.	1	0	3	2	2	0	0	2	0	0	0	11
4:15 - 4:30 p.m.	2	0	4	3	1	0	0	1	0	0	0	12
4:30 - 4:45 p.m.	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	8
4:45 - 5:00 p.m.	1	0	3	2	2	1	0	1	0	0	0	11
5:00 - 5:15 p.m.	2	0	4	4	3	0	0	2	0	0	0	17
5:15 - 5:30 p.m.	3	0	6	2	2	0	0	0	1	0	0	16
5:30 - 5:45 p.m.	2	0	5	3	4	0	0	1	1	0	0	18
5:45 - 6:00 p.m.	4	0	5	2	3	2	0	1	1	0	1	22
<b>TOTAL</b>	<b>114</b>	<b>8</b>	<b>170</b>	<b>130</b>	<b>79</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>78</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>617</b>

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

*Control Vehicular día sábado 26 de septiembre*

Lugar: Desvío Laguna Sausacocho Estación: 1

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Cuatrimoto	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Camión 2E (1RS+1RD)	Camión 3E (1RS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	1	0	0	4	6	2	0	0	0	0	0	15
6:15 - 6:30 a.m.	1	1	0	5	5	3	0	0	0	0	0	17
6:30 - 6:45 a.m.	2	1	0	3	3	2	1	1	0	0	0	15
6:45 - 7:00 a.m.	1	0	0	6	4	4	1	0	0	0	0	18
7:00 - 7:15 a.m.	3	1	0	4	3	2	0	0	0	0	0	15
7:15 - 7:30 a.m.	2	2	0	5	4	3	0	1	1	0	0	20
7:30 - 7:45 a.m.	2	1	1	4	2	2	1	1	0	1	0	17
7:45 - 8:00 a.m.	2	1	0	6	3	3	0	1	1	0	0	19
8:00 - 8:15 a.m.	3	1	0	4	2	2	0	2	0	0	0	16
8:15 - 8:30 a.m.	2	1	0	4	1	1	0	2	1	0	0	14
8:30 - 8:45 a.m.	2	1	0	5	3	3	0	2	1	0	0	19
8:45 - 9:00 a.m.	1	0	0	3	2	2	0	1	0	0	0	10
9:00 - 9:15 a.m.	2	0	0	4	3	2	0	1	0	0	0	14
9:15 - 9:30 a.m.	3	1	0	4	1	1	0	1	0	0	0	12
9:30 - 9:45 a.m.	2	1	0	3	0	2	0	0	0	0	0	9
9:45 - 10:00 a.m.	1	1	0	2	1	1	0	2	0	0	0	9
10:00 - 10:15 a.m.	1	0	0	4	2	2	0	1	0	0	0	11
10:15 - 10:30 a.m.	2	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	12
10:30 - 10:45 a.m.	2	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0	10
10:45 - 11:00 a.m.	0	0	0	5	0	1	0	2	0	0	0	9
11:00 - 11:15 a.m.	1	0	0	3	4	1	0	1	1	0	0	12
11:15 - 11:30 a.m.	0	0	0	4	2	3	0	2	0	0	0	12
11:30 - 11:45 a.m.	0	0	0	3	4	2	1	1	2	0	0	15
11:45 - 12:00 p.m.	0	0	0	3	0	2	1	1	0	0	0	8
12:00 - 12:15 p.m.	0	0	0	3	1	3	0	1	0	0	0	9
12:15 - 12:30 p.m.	1	1	0	4	3	4	0	1	1	0	0	17
12:30 - 12:45 p.m.	2	0	0	3	4	1	1	2	1	0	0	16
12:45 - 1:00 p.m.	0	0	0	5	2	4	0	0	0	0	0	12
1:00 - 1:15 p.m.	2	0	0	5	3	2	1	1	0	0	0	16
1:15 - 1:30 p.m.	1	0	0	4	5	4	2	2	1	1	0	23
1:30 - 1:45 p.m.	1	0	0	6	3	5	2	1	0	0	0	20
1:45 - 2:00 p.m.	2	0	0	6	3	2	1	1	1	0	0	18
2:00 - 2:15 p.m.	3	0	0	4	3	3	1	3	1	0	0	20
2:15 - 2:30 p.m.	2	1	0	3	2	3	1	3	2	0	0	19
2:30 - 2:45 p.m.	4	1	0	4	2	3	2	4	0	0	0	23
2:45 - 3:00 p.m.	3	0	0	4	2	2	0	2	0	0	0	15
3:00 - 3:15 p.m.	2	1	0	2	3	2	1	2	0	0	0	15
3:15 - 3:30 p.m.	1	1	0	3	2	2	1	1	0	0	0	12
3:30 - 3:45 p.m.	1	1	0	3	2	3	2	1	1	0	0	16
3:45 - 4:00 p.m.	1	0	0	2	2	5	0	2	1	0	0	15
4:00 - 4:15 p.m.	2	0	0	3	2	3	0	1	0	0	0	12
4:15 - 4:30 p.m.	1	0	0	2	1	2	0	1	0	0	0	8
4:30 - 4:45 p.m.	3	1	0	4	2	4	0	0	1	0	0	17
4:45 - 5:00 p.m.	0	0	0	3	4	3	0	1	0	0	0	12
5:00 - 5:15 p.m.	2	0	0	3	3	4	0	0	0	0	0	14
5:15 - 5:30 p.m.	2	0	0	4	2	3	0	0	0	0	0	12
5:30 - 5:45 p.m.	3	2	0	4	3	3	0	2	1	1	0	22
5:45 - 6:00 p.m.	1	0	0	6	2	2	0	1	1	0	0	15
TOTAL	86	25	1	207	137	139	23	65	22	3	0	708

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

*Control Vehicular día domingo 27 de septiembre*

Lugar: Desvío Laguna Sausacocha Estación: 1

Hora de control	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS				Total
	Motocicleta	Mototaxi	Cuatrimoto	Auto	Camioneta	Minivan	Combi	Camión 2E (IRS+1RD)	Camión 3E (IRS+2RD)	Camión 4E	Semitrayler 6 E	
6:00 - 6:15 a.m.	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	8
6:15 - 6:30 a.m.	0	0	0	3	3	2	0	0	1	0	0	10
6:30 - 6:45 a.m.	1	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	8
6:45 - 7:00 a.m.	1	0	0	2	3	3	1	1	0	0	0	12
7:00 - 7:15 a.m.	2	1	0	3	4	3	0	0	1	0	0	16
7:15 - 7:30 a.m.	1	0	0	5	3	1	1	0	0	0	0	12
7:30 - 7:45 a.m.	3	1	1	3	4	3	0	1	0	0	0	18
7:45 - 8:00 a.m.	2	0	0	5	2	2	0	0	2	0	0	15
8:00 - 8:15 a.m.	1	1	0	2	2	1	0	1	1	0	0	10
8:15 - 8:30 a.m.	2	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	8
8:30 - 8:45 a.m.	3	1	0	4	3	2	0	0	0	0	0	15
8:45 - 9:00 a.m.	1	0	0	3	3	1	0	2	1	0	0	12
9:00 - 9:15 a.m.	2	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	9
9:15 - 9:30 a.m.	1	1	0	3	2	2	0	1	1	0	0	12
9:30 - 9:45 a.m.	2	1	0	4	0	3	0	1	0	0	0	12
9:45 - 10:00 a.m.	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0	8
10:00 - 10:15 a.m.	2	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	11
10:15 - 10:30 a.m.	1	0	0	2	2	3	0	0	0	0	0	9
10:30 - 10:45 a.m.	1	0	0	1	1	2	0	1	0	0	0	7
10:45 - 11:00 a.m.	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	6
11:00 - 11:15 a.m.	1	0	0	2	3	2	0	2	0	0	0	11
11:15 - 11:30 a.m.	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0	0	11
11:30 - 11:45 a.m.	0	0	0	2	3	1	0	1	0	0	0	8
11:45 - 12:00 p.m.	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0	0	8
12:00 - 12:15 p.m.	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	7
12:15 - 12:30 p.m.	1	1	0	3	3	2	1	2	0	0	0	15
12:30 - 12:45 p.m.	2	0	0	2	3	3	0	1	1	0	0	14
12:45 - 1:00 p.m.	0	0	0	4	1	1	1	0	0	0	0	8
1:00 - 1:15 p.m.	2	0	0	4	2	2	0	2	0	0	0	14
1:15 - 1:30 p.m.	1	0	0	4	4	1	1	1	0	0	0	14
1:30 - 1:45 p.m.	2	0	0	5	2	3	1	1	0	0	0	16
1:45 - 2:00 p.m.	3	0	0	5	1	1	1	1	1	0	0	15
2:00 - 2:15 p.m.	1	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	12
2:15 - 2:30 p.m.	2	1	0	3	3	2	0	2	1	0	0	16
2:30 - 2:45 p.m.	2	1	0	2	3	3	1	4	0	0	0	18
2:45 - 3:00 p.m.	1	0	0	4	1	2	0	1	0	0	0	10
3:00 - 3:15 p.m.	1	0	0	3	2	1	1	1	1	0	0	11
3:15 - 3:30 p.m.	2	1	0	3	1	1	0	2	0	0	0	11
3:30 - 3:45 p.m.	1	0	0	2	2	2	1	0	1	0	0	10
3:45 - 4:00 p.m.	1	0	0	3	1	3	1	1	0	0	0	11
4:00 - 4:15 p.m.	2	0	0	1	1	2	0	2	0	0	0	9
4:15 - 4:30 p.m.	1	0	0	2	0	3	0	2	0	0	0	9
4:30 - 4:45 p.m.	1	1	0	3	2	2	0	0	1	0	0	11
4:45 - 5:00 p.m.	0	0	0	2	1	3	0	2	0	0	0	9
5:00 - 5:15 p.m.	2	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	11
5:15 - 5:30 p.m.	2	0	0	3	3	2	0	1	0	0	0	12
5:30 - 5:45 p.m.	1	0	0	3	2	1	0	0	1	0	0	9
5:45 - 6:00 p.m.	1	0	0	4	1	3	0	2	1	0	0	14
TOTAL	68	12	1	155	118	108	15	50	18	0	0	545

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Identificación de la hora de máxima demanda de tráfico

Hora de control	VOLUMEN TOTAL POR DIA (T=15 min)							Volumen Total (T=15 min)	Volumen Total Hora Máx.	
	21/09/2020	22/09/2020	23/09/2020	24/09/2020	25/09/2020	26/09/2020	27/09/2020			
6:00 - 6:15 a.m.	22	11	15	11	8	15	8	89	407	
6:15 - 6:30 a.m.	23	9	18	14	10	17	10	101		
6:30 - 6:45 a.m.	22	9	18	16	12	15	8	100		
6:45 - 7:00 a.m.	28	7	23	16	12	18	12	117		
7:00 - 7:15 a.m.	26	12	26	15	14	15	16	123	477	
7:15 - 7:30 a.m.	25	10	18	16	14	20	12	116		
7:30 - 7:45 a.m.	24	14	17	17	16	17	18	122		
7:45 - 8:00 a.m.	15	12	19	17	18	19	15	116		
8:00 - 8:15 a.m.	24	10	15	11	10	16	10	96	385	
8:15 - 8:30 a.m.	28	14	16	11	17	14	8	108		
8:30 - 8:45 a.m.	14	11	12	10	14	19	15	95		
8:45 - 9:00 a.m.	19	8	12	11	12	10	12	86		
9:00 - 9:15 a.m.	14	11	9	8	10	14	9	75	275	
9:15 - 9:30 a.m.	7	10	11	8	12	12	12	74		
9:30 - 9:45 a.m.	10	6	8	8	7	9	12	60		
9:45 - 10:00 a.m.	11	10	8	11	9	9	8	67		
10:00 - 10:15 a.m.	11	8	11	8	10	11	11	71	271	
10:15 - 10:30 a.m.	10	7	9	6	11	12	9	65		
10:30 - 10:45 a.m.	11	11	11	10	9	10	7	70		
10:45 - 11:00 a.m.	11	10	9	11	8	9	6	65		
11:00 - 11:15 a.m.	10	17	8	10	7	12	11	76	313	
11:15 - 11:30 a.m.	12	10	8	12	16	12	11	83		
11:30 - 11:45 a.m.	10	14	10	11	11	15	8	79		
11:45 - 12:00 p.m.	11	16	8	11	12	8	8	75		
12:00 - 12:15 p.m.	12	16	9	10	15	9	7	78	326	
12:15 - 12:30 p.m.	12	16	10	7	18	17	15	95		
12:30 - 12:45 p.m.	9	10	8	7	10	16	14	74		
12:45 - 1:00 p.m.	10	12	10	10	16	12	8	79		
1:00 - 1:15 p.m.	20	19	16	12	16	16	14	113	485	Q <sub>máx</sub> (15 min)=150
1:15 - 1:30 p.m.	26	22	15	12	23	23	14	134		
1:30 - 1:45 p.m.	19	15	15	16	19	20	16	120		
1:45 - 2:00 p.m.	19	17	20	12	16	18	15	118		
2:00 - 2:15 p.m.	19	9	11	11	8	20	12	92	381	
2:15 - 2:30 p.m.	23	6	15	15	8	19	16	101		
2:30 - 2:45 p.m.	20	11	17	8	7	23	18	104		
2:45 - 3:00 p.m.	20	8	11	12	7	15	10	84		
3:00 - 3:15 p.m.	15	17	10	17	12	15	11	97	366	
3:15 - 3:30 p.m.	11	15	11	11	17	12	11	89		
3:30 - 3:45 p.m.	11	19	11	14	19	16	10	101		
3:45 - 4:00 p.m.	9	18	7	8	10	15	11	78		
4:00 - 4:15 p.m.	7	11	10	9	11	12	9	70	304	
4:15 - 4:30 p.m.	14	12	10	11	12	8	9	77		
4:30 - 4:45 p.m.	7	11	12	12	8	17	11	79		
4:45 - 5:00 p.m.	8	14	12	10	11	12	9	77		
5:00 - 5:15 p.m.	10	12	16	18	17	14	11	99	438	
5:15 - 5:30 p.m.	10	15	18	18	16	12	12	102		
5:30 - 5:45 p.m.	12	16	16	29	18	22	9	122		
5:45 - 6:00 p.m.	8	14	23	22	22	15	14	116		
TOTAL	733	594	636	595	617	708	545	4427		

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

*Cálculo de Tasa de Crecimiento Poblacional Promedio Anual*

Censos	Población Distrito Huamachuco	Población Distrito Curgos	Población Distrito Sarín
Censo 2007	52459	8181	9156
Censo 2017	70458	8499	9531
Tasa de Crecimiento %	3.43	0.39	0.41
Tasa de crecimiento promedio %		1.41	

**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

*Factor Direccional y Factor Carril Fd y Fc para el Proyecto*

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para Carril de diseño
	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
1 Calzada	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
(para IMDa	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
total de la	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
calzada)	<b>2 sentidos</b>	<b>1</b>	<b>0.50</b>	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 Calzadas	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
con separador	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
central	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
(para IMDa					
total de dos	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25
calzadas)					

**Nota.** Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014).

Figura 15

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 1*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 16

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 2*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 17

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 3*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 18

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 4*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 19

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 5*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 20

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 6*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 21

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 7*



**Nota.** Fuente: Propia

Figura 22

*Exploración de Suelo – excavación de calicata N° 8*



**Nota.** Fuente: Propia

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

**Proyecto :** ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación :** CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Solicitante :** Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

**Muestra :** MATERIAL DE SUBRASANTE

**Calicata :** C1 - KM 0+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

**Fecha :** Oct.-20

**Datos de Ensayo**

**Peso de muestra húmeda :** \_\_\_\_\_

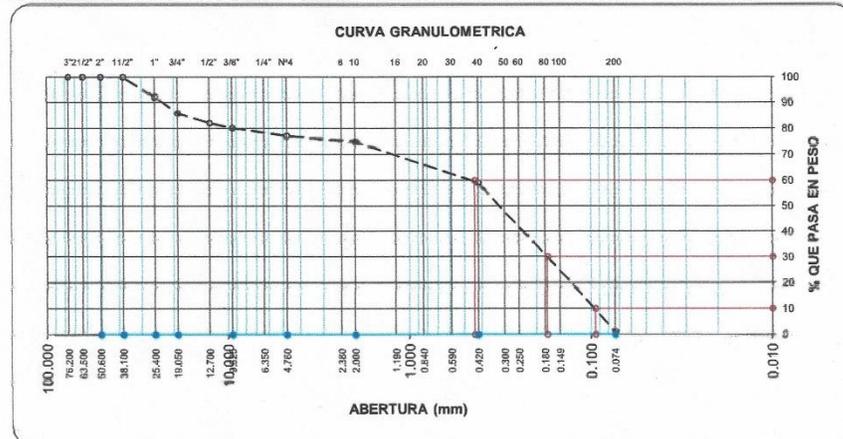
**Peso de muestra seca :** 4,720

**Peso de muestra lavada :** \_\_\_\_\_

**Certificado :** LMSC - S.R. - 001

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 349.40
Ss + Tara	: 314.60
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 34.8
Peso Suelo Seco	: 314.6
Humedad(%)	: 11.06

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 18.41
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 0.0
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 0.0
1"	25.400	375	7.9	7.9	92.1		Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050	295	6.3	14.2	85.8		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	175	3.7	17.9	82.1		
3/8"	9.525	90	1.9	19.8	80.2		
N#4	4.760	145	3.1	22.9	77.1		
10	2.000	105.1	2.2	25.1	74.9		Grava : 22.9
40	0.420	745.7	15.8	40.9	59.1		Arena : 75.9
200	0.074	2,730.3	57.8	98.8	1.2		Fines : 1.2
< 200		58.9	1.2	100.0			Arena pobremente gradada.
Total		4720.00					



**OBSERVACIONES :** COLOR MARRÓN CLARO.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM SAC.

Dirección: Av. Petro Perú Mz. E Lote 6  
Salaverry - Trujillo - La Libertad  
CEL: 935612784 965806216  
Teléfono: 044-706846  
Correo electrónico: geoticomsa@gmail.com

Estudios de Mecánica de Suelos  
Construcción de Obras  
Supervisión y Consultoría de Obras

INDECOPI CERTIFICADO N°12561

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

**Proyecto :** ANALISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación :** CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Solicitante :** KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

**Muestra :** MATERIAL DE SUBRASANTE

**Calicata :** C2 - KM 1+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

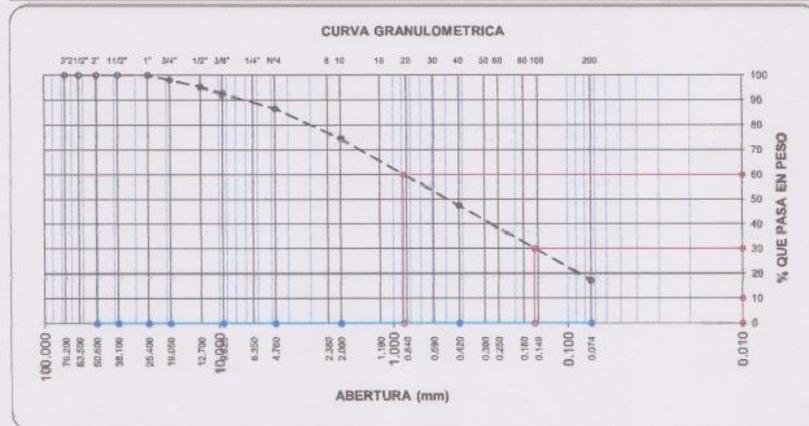
**Fecha :** Oct.-20

**Datos de Ensayo**  
**Peso de muestra húmeda :** \_\_\_\_\_  
**Peso de muestra seca :** 4,091  
**Peso de muestra lavada :** \_\_\_\_\_

**Certificado :** LMSC - S.R. - 002

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 464.30
Ss + Tara	: 391.50
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 72.8
Peso Suelo Seco	: 391.5
Humedad(%)	: 18.60

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 26.85
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 20.12
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 6.73
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SC-SM
3/4"	19.050	81	2.0	2.0	98.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	105	2.6	4.5	95.5		
3/8"	9.525	121	3.0	7.5	92.5		
No4	4.760	239	5.8	13.3	86.7		
10	2.000	497.1	12.2	25.5	74.5		Descripción de muestra
40	0.420	1,108.4	27.1	52.6	47.4		Grava : 13.3
200	0.074	1,235.9	30.2	82.8	17.2		Arena : 69.5
< 200		703.6	17.2	100.0			Finos : 17.2
Total		4091.00					Arena arcillo limosa.



OBSERVACIONES : COLOR MARRÓN.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

Dirección: Av. Petro Perú Mz. E Lote 6  
 Salaverry - Trujillo - La Libertad  
 CEL: 935612784 965806216  
 Teléfono: 044-706846  
 Correo electrónico: geoticom.sac@gmail.com

Estudios de Mecánica de Suelos  
 Construcción de Obras  
 Supervisión y Consultoría de Obras

INDECOPI CERTIFICADO N°12561

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

**Proyecto :** ANALISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación :** CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Solicitante :** KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

**Muestra :** MATERIAL DE SUBRASANTE

**Calicata :** C3 - KM 2+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

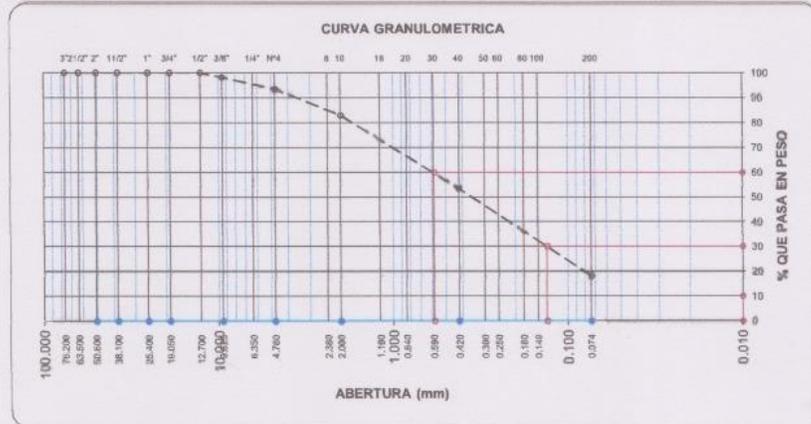
**Fecha :** Oct.-20

**Datos de Ensayo**  
**Peso de muestra húmeda :** \_\_\_\_\_  
**Peso de muestra seca :** 4,025  
**Peso de muestra lavada :** \_\_\_\_\_

**Certificado :** LMSC - S.R. - 003

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 509.70
Ss + Tara	: 417.20
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 92.5
Peso Suelo Seco	: 417.2
Humedad(%)	: 22.17

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 26.17
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 20.69
2"	50.600	0	0.0	0.0	100.0		Índ. Plástico : 5.48
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	70	1.7	1.7	98.3		<b>Descripción de muestra</b>
No4	4.760	190	4.7	6.5	93.5		Arena limosa.
10	2.000	425.3	10.6	17.0	83.0		Grava : 6.5
40	0.420	1,185.1	29.4	46.5	53.5		Arena : 75.4
200	0.074	1,425.6	35.4	81.9	18.1		Finos : 18.1
< 200		729.0	18.1	100.0			Arena arcillo limosa.
Total		4025.00					



OBSERVACIONES : COLOR MARRÓN.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

Dirección: Av. Petro Perú Mz. E Lote 6  
 Salaverry - Trujillo - La Libertad  
 CEL: 935612784 965806216  
 Teléfono: 044-706846  
 Correo electrónico: geoticom.sac@gmail.com

Estudios de Mecánica de Suelos  
 Construcción de Obras  
 Supervisión y Consultoría de Obras

INDECOPI CERTIFICADO N°12561

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

Proyecto : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

: WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY

Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE

Calicata : C4 - KM 3+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

Fecha : Oct.-20

Datos de Ensayo

Peso de muestra húmeda : \_\_\_\_\_

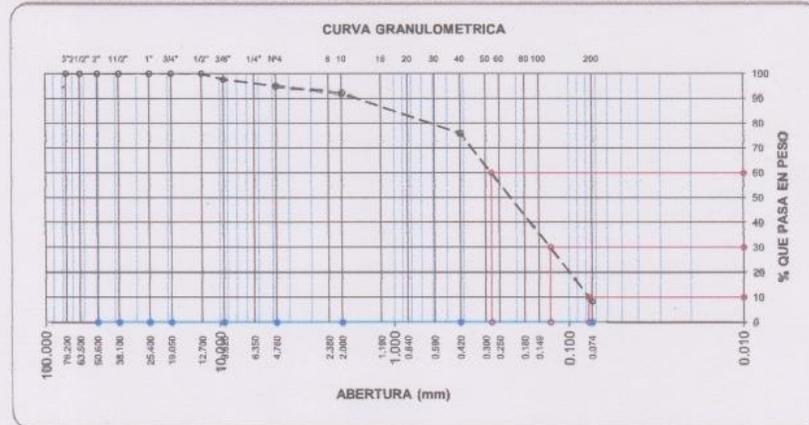
Peso de muestra seca : 5,137

Peso de muestra lavada : \_\_\_\_\_

Certificado : LMSC - S.R. - 004

HUMEDAD NATURAL.	
Sh + Tara	: 401.80
Ss + Tara	: 352.90
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 48.9
Peso Suelo Seco	: 352.9
Humedad(%)	: 13.86

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 26.13
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 20.36
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 5.77
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SP-SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	119	2.3	2.3	97.7		
No4	4.760	132	2.6	4.9	95.1		
10	2.000	152.8	3.0	7.9	92.1		Grava : 4.9
40	0.420	829.2	16.1	24.0	76.0		Arena : 86.7
200	0.074	3,471.1	67.6	91.6	8.4		Fines : 8.4
< 200		432.9	8.4	100.0			Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos.
Total		5137.00					



OBSERVACIONES : COLOR MARRÓN ROJIZO.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

Proyecto : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : KEVIN JOEL, GARCÍA GARCÍA

WALTER ANIBAL, RAMÍREZ LLAURY

Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE

Calicata : C5 - KM 4+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

Fecha : Oct.-20

Datos de Ensayo

Peso de muestra húmeda : \_\_\_\_\_

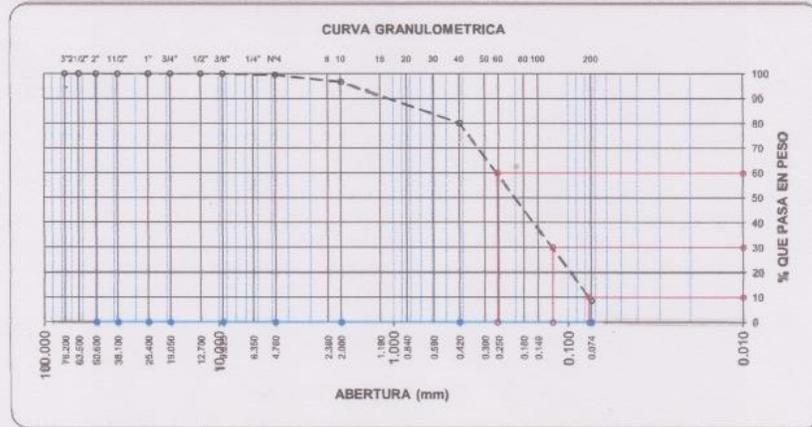
Peso de muestra seca : 4,745

Peso de muestra lavada : \_\_\_\_\_

Certificado : LMSC - S.R. - 005

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 469.30
Ss + Tara	: 409.20
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 60.1
Peso Suelo Seco	: 409.2
Humedad(%)	: 14.69

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 25.54
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 19.70
2"	50.600	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 5.84
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SP-SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHITO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0		
No4	4.760	25	0.5	0.5	99.5		
10	2.000	130.2	2.7	3.3	96.7		Grava : 0.5
40	0.420	785.4	16.6	19.8	80.2		Arena : 90.7
200	0.074	3,390.1	71.4	91.3	8.7		Finos : 8.7
<200		414.3	8.7	100.0			Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos.
Total		4745.00					



OBSERVACIONES : COLOR MARRÓN ROJIZO.

*José Alberto Moya Chunga*  
José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

Proyecto : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACocha - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY

Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE

Calicata : C6 - KM 5+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

Fecha : Oct.-20

Datos de Ensayo

Peso de muestra húmeda : \_\_\_\_\_

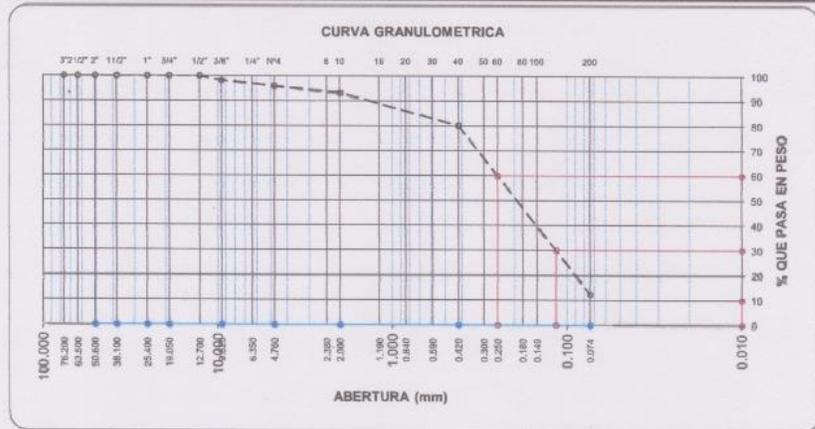
Peso de muestra seca : 5,291

Peso de muestra lavada : \_\_\_\_\_

Certificado : LMSC - S.R. - 006

HUMEDAD NATURAL	
Sb + Tara	: 407.10
Ss + Tara	: 361.90
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 45.2
Peso Suelo Seco	: 361.9
Humedad(%)	: 12.49

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 27.36
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 21.58
2"	50.600	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 5.78
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	93	1.8	1.8	98.2		
No4	4.760	118	2.2	4.0	96.0		
10	2.000	149.2	2.8	6.8	93.2		
40	0.420	693.4	13.1	19.9	80.1		
200	0.074	3,582.9	67.7	87.6	12.4		
< 200		654.5	12.4	100.0			
Total		5291.00					



OBSERVACIONES : COLOR MARRÓN ROJIZO.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

Dirección: Av. Petro Perú Mz. E Lote 6  
Safaverly - Trujillo - La Libertad  
CEL: 935612784 965806216  
Teléfono: 044-706846  
Correo electrónico: geoticom.sac@gmail.com

Estudios de Mecánica de Suelos  
Construcción de Obras  
Supervisión y Consultoría de Obras

INDECOPI CERTIFICADO N°12561

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

**Proyecto :** ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACocha - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación :** CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Solicitante :** KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA

**Muestra :** MATERIAL DE SUBRASANTE

**Calicata :** C7 - KM 6+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

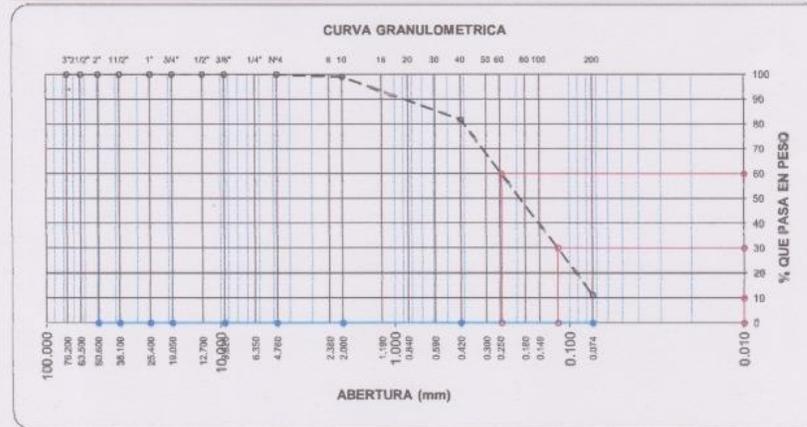
**Fecha :** Oct.-20

**Datos de Ensayo**  
**Peso de muestra húmeda :** \_\_\_\_\_  
**Peso de muestra seca :** 3,640  
**Peso de muestra lavada :** \_\_\_\_\_

**Certificado :** LMSC - S.R. - 007

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 413.70
Ss + Tara	: 371.80
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 41.9
Peso Suelo Seco	: 371.8
Humedad(%)	: 11.27

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 22.15
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 17.24
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 4.91
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SP-SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0		
No4	4.760	0	0.0	0.0	100.0		
10	2.000	35.1	1.0	1.0	99.0		Grava : 0.0
40	0.420	625.7	17.2	18.2	81.8		Arena : 88.8
200	0.074	2,570.2	70.6	88.8	11.2		Finos : 11.2
< 200		409.0	11.2	100.0			Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos.
Total		3640.00					



OBSERVACIONES : MARRÓN ROJIZO.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

NTP 339,128 / ASTM D-422

**Proyecto :** ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACCOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación :** CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Solicitante :** KEVIN JOEL, GARCÍA GARCÍA

**Walter :** WALTER ANIBAL, RAMÍREZ LLAURY

**Muestra :** MATERIAL DE SUBRASANTE

**Calicata :** C8 - KM 7+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

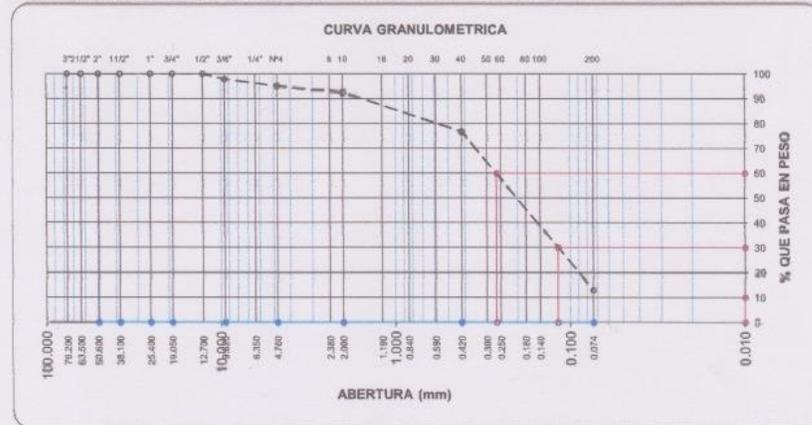
**Fecha :** Oct.-20

**Datos de Ensayo**  
 Peso de muestra húmeda :  
 Peso de muestra seca : 3,851  
 Peso de muestra lavada :

**Certificado :** LMSC - S.R. - 008

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 330.40
Ss + Tara	: 298.10
Tara	: 0.0
Peso Agua	: 32.3
Peso Suelo Seco	: 298.1
Humedad(%)	: 10.84

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Indice de Consistencia
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		L. Líquido : 24.20
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0		L. Plástico : 18.29
2"	50.600	0	0.0	0.0	100.0		Ind. Plástico : 5.91
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0		Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	79	2.1	2.1	97.9		
No4	4.760	102	2.6	4.7	95.3		
10	2.000	106.4	2.8	7.5	92.5		Grava : 4.7
40	0.420	602.1	15.6	23.1	76.9		Arena : 82.3
200	0.074	2,460.8	63.9	87.0	13.0		Finos : 13.0
< 200		481.7	12.5	99.5			Arena arcillo limosa.
Total		3851.00					



**OBSERVACIONES :** MARRÓN ROJIZO.

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOAHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY		
CALICATA:	Nº 1	MUESTRA: ESTRATO E-1	
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. SANCHEZ CARRION	
FECHA:	OCTUBRE 2020	DIST. CURGOS	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 1	E-1	Arena pobremente gradada, material que pasa el 1.20% en la malla N° 200. De color marrón claro.	SP	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

*José Alberto Moya Chunga*  
José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD					
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY					
CALICATA:	N° 2		MUESTRA:		ESTRATO E-1	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION		
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST.	CURGOS		

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA N° 2	E-1	Arens arcillo limosa, material que pasa el 17.20% en la malla N° 200. De color marrón.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY		
CALICATA:	Nº 3	MUESTRA:	ESTRATO E-1
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION
FECHA:	OCTUBRE 2020	DIST.	CURGOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 3	E-1	Arena arcillo limosa, material que pasa el 18.10% en la malla Nº 200. De color marrón.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD					
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY					
CALICATA:	N° 4		MUESTRA:		ESTRATO E-1	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION		
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST.	CURGOS		

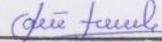
PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA N° 4	E-1	Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos, material que pasa el 8.40% en la malla N° 200. De color marrón rojizo.	SP-SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

*José Alberto Moya Chunga*  
José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA		
	Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY		
CALICATA:	Nº 5	MUESTRA:	ESTRATO E-1
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST. CURGOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 5	E-1	Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos, material que pasa el 8.70% en la malla Nº 200. De color marrón rojizo.	SP-SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACocha - CURGOS - SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY		
CALICATA:	Nº 6	MUESTRA:	ESTRATO E-1
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST. CURGOS

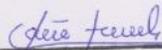
PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 6	E-1	Arena arcillo limosa, material que pasa el 12.40% en la malla Nº 200. De color marrón rojizo.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD			
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY			
CALICATA:	Nº 7	MUESTRA:		ESTRATO E-1
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION	
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST.	CURGOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 7	E-1	Arena pobremente gradada con finos arcillo limosos, material que pasa el 11.20% en la malla Nº 200. De color marrón rojizo.	SP-SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

  
José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM SAC.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACUCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD		
SOLICITANTE:	Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY		
CALICATA:	N° 8	MUESTRA:	ESTRATO E-1
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SANCHEZ CARRION
FECHA:	OCTUBRE	2020	DIST. CURGOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA N° 8	E-1	Arena arcillo limosa, material que pasa el 13.00% en la malla N° 200. De color marrón rojizo.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

José Alberto Moya Chunga  
GERENTE GENERAL  
GEOTICOM S.A.C.

Proyecto : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOAHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Solicitante : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
 Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE **Certificado : T MSC - S.R. - 001**  
 Calicata : C1 - KM 0+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
 Fecha : Oct.-20

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
NTP 339,129 / ASTM D - 4318				
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico
Límites de Consistencia				<b>NO PLASTICO</b>
Nº de golpes	13	22	30	
Peso tara (g)	44.09	44.17	44.36	
Peso tara + suelo húmedo (g)	52.80	52.73	53.29	
Peso tara + suelo seco (g)	51.35	51.38	51.93	
Humedad %	19.97	18.72	17.97	
Límites	18.41			

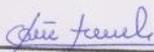


*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM SAC.

**Proyecto** : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISENO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVIO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SANCHEZ CARRION - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE **Certificado** : LMSC - S.R. - 002  
**Calicata** : C2 - KM 1+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

LIMITES DE CONSISTENCIA						
NTP 339,129 / ASTM D - 4318						
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Límites de Consistencia						
Nº de golpes	13	22	35	-	-	
Peso tara (g)	44.09	44.37	44.53	44.12	44.21	
Peso tara + suelo húmedo (g)	52.88	52.92	53.57	46.93	47.25	
Peso tara + suelo seco (g)	50.90	51.09	51.72	46.46	46.74	
Humedad %	29.07	27.23	25.73	20.09	20.16	
Límites	26.85			20.12		



  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

Proyecto : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Solicitante : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
 Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 Certificado : TMSC - S.R. - 003  
 Calicata : C3 - KM 2+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
 Fecha : Ocl-20

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
NTP 339,129 / ASTM D - 4318						
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Límites de Consistencia						
Nº de golpes	16	23	34	-	-	
Peso tara (g)	44.19	44.32	44.46	44.28	44.52	
Peso tara + suelo húmedo (g)	53.12	53.03	53.05	47.20	47.55	
Peso tara + suelo seco (g)	51.19	51.21	51.32	46.70	47.03	
Humedad %	27.57	26.42	25.22	20.66	20.72	
Límites	26.17			20.69		

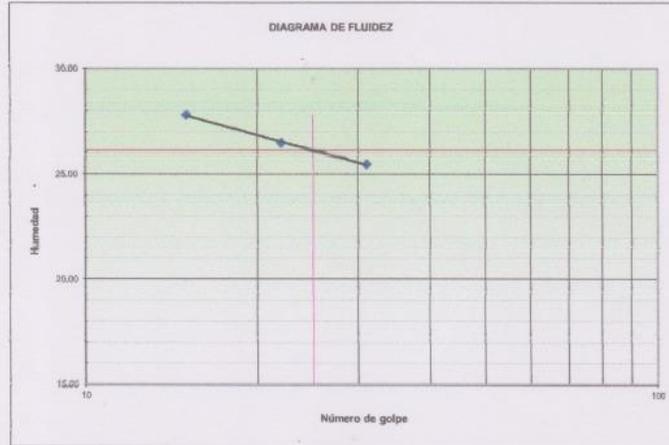


*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**Proyecto** : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE **Certificado** : LMSC - S.R. - 004  
**Calicata** : C4 - KM 3+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
NTP 339,129 / ASTM D - 4318

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
	15	22	31	-	-
Nº de golpes					
Peso tara (g)	44.36	44.27	43.92	44.53	44.09
Peso tara + suelo húmedo (g)	53.28	53.01	52.74	47.49	47.16
Peso tara + suelo seco (g)	51.34	51.18	50.95	46.99	46.64
Humedad %	27.79	26.48	25.46	20.33	20.39
<b>Límites</b>	<b>26.13</b>			<b>20.36</b>	



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**Proyecto** : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE **Certificado** : LMSC - S.R. - 005  
**Calicata** : C5 - KM 4+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
NTP 339,129 / ASTM D - 4318

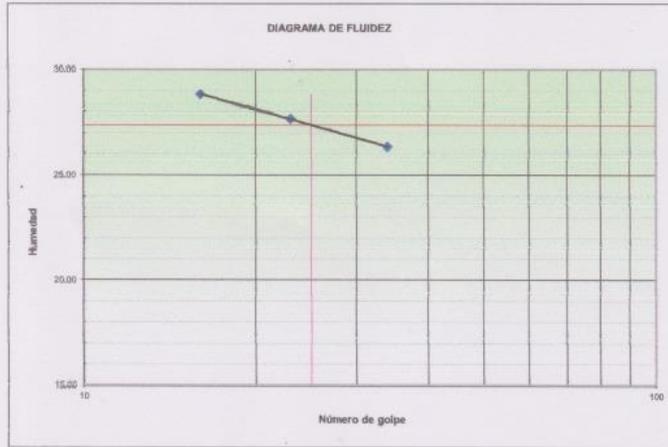
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
Límites de Consistencia					
Nº de golpes	14	21	32	-	-
Peso tara (g)	44.52	44.46	44.28	43.91	44.35
Peso tara + suelo húmedo (g)	53.23	53.54	53.15	46.65	47.26
Peso tara + suelo seco (g)	51.36	51.66	51.39	46.20	46.78
Humedad %	27.34	26.11	24.75	19.65	19.75
Límites	25.54			19.70	



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM SAC.

Proyecto : ANALISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Solicitante : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
 Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE Certificado : LMSC - S.R. - 006  
 Calicata : C6 - KM 5+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
 Fecha : Oct-20

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
NTP 339,129 / ASTM D - 4318						
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Límites de Consistencia						
Nº de golpes	16	23	34	-	-	
Peso tara (g)	43.92	44.53	44.37	44.19	44.25	
Peso tara + suelo húmedo (g)	52.50	53.44	53.10	46.90	47.23	
Peso tara + suelo seco (g)	50.58	51.51	51.28	46.42	46.70	
Humedad %	28.83	27.65	26.34	21.52	21.63	
Límites	27.36			21.58		

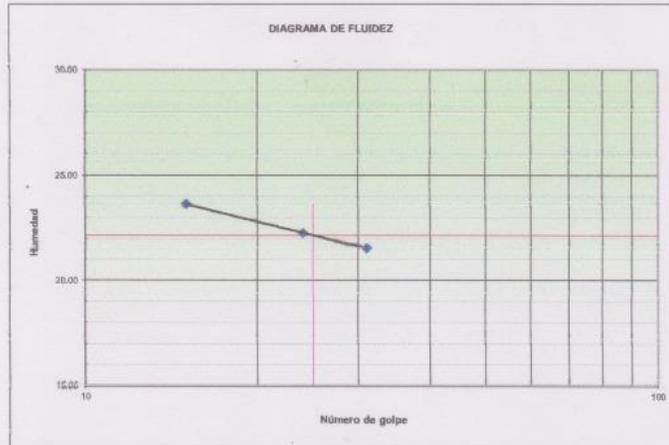


*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM SAC.

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE **Certificado** : LMSC - S.R. - 007  
**Calicata** : C7 - KM 6+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
NTP 339,129 / ASTM D - 4318

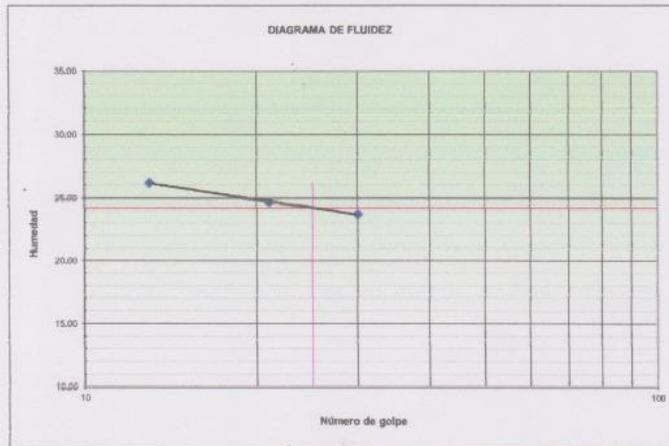
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico	
Límites de Consistencia					
Nº de golpes	15	24	31	-	-
Peso tara (g)	44.27	44.36	43.92	44.09	44.53
Peso tara + suelo húmedo (g)	53.32	53.15	52.78	46.95	47.45
Peso tara + suelo seco (g)	51.59	51.55	51.21	46.53	47.02
Humedad %	23.63	22.25	21.54	17.21	17.27
Límites	22.15			17.24	



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

Proyecto : ANALISIS DE TRANSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Ubicación : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
 Solicitante : KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
 Muestra : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 Certificado : LMSC - S.R. - 008  
 Calicata : C8 - KM 7+800 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
 Fecha : Oct-20

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
NTP 339,129 / ASTM D - 4318						
Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Límites de Consistencia						
Nº de golpes	13	21	30	-	-	
Peso tara (g)	44.09	44.36	44.17	43.92	44.25	
Peso tara + suelo húmedo (g)	53.15	53.10	53.10	47.03	47.09	
Peso tara + suelo seco (g)	51.27	51.37	51.39	46.55	46.65	
Humedad %	26.18	24.68	23.68	18.25	18.33	
Límites	24.20			18.29		



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

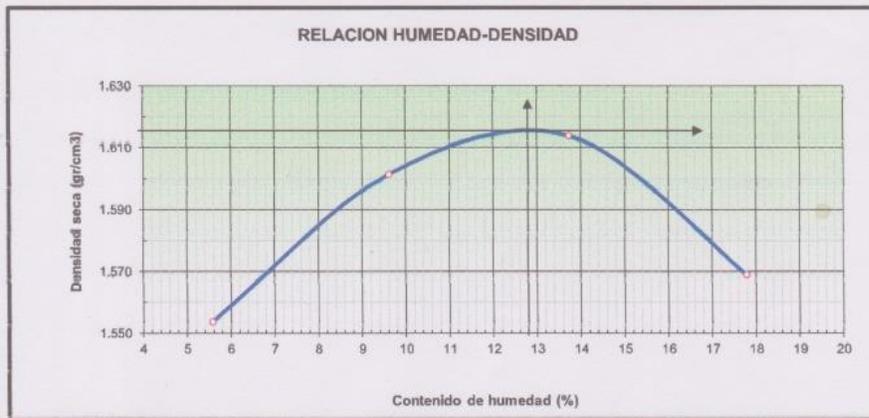
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO:** S.R. - 001  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C1 - KM 0+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : Oct-20

**ENSAYO DE COMPACTACION MODIFICADO - METODO "A"**

NTP 339.142 / ASTM D - 1557

Peso suelo + molde	gr	5517.00	5626.00	5702.00	5714.00	
Peso molde	gr	3962.00	3962.00	3962.00	3962.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1555.00	1664.00	1740.00	1752.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	948.00	948.00	948.00	948.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.640	1.755	1.835	1.848	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	440.36	469.67	462.81	531.53	
Peso del suelo seco + tara	gr	417.13	428.51	406.97	451.29	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	23.23	41.16	55.84	80.24	
Peso del suelo seco	gr	417.13	428.51	406.97	451.29	
Contenido de agua	%	5.57	9.61	13.72	17.78	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.554	1.601	1.614	1.569	
						Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ) 1.615
						Optimo Contenido de Humedad (%) 12.80



Observaciones:

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO** : S.R. - 001  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C1 - KM 0+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D-1883  
 COMPACTACION

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	55		26		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11459.00	11525.00	11171.00	11230.00	11027.00	11059.00
Peso de molde (g)	7553.00	7553.00	7473.00	7473.00	7535.00	7535.00
Peso del suelo húmedo (g)	3906.00	3972.00	3698.00	3757.00	3492.00	3524.00
Volumen del molde (cm³)	2144.00	2144.00	2138.00	2138.00	2130.00	2130.00
Densidad húmeda (g/cm³)	1.822	1.853	1.730	1.757	1.639	1.654
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	497.53	1107.36	582.47	981.64	593.04	1073.12
Peso suelo seco + tara (g)	441.10	967.62	515.94	848.65	525.60	925.53
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	56.43	139.74	66.53	132.99	67.44	147.59
Peso de suelo seco (g)	441.10	967.62	515.94	848.65	525.60	925.53
Contenido de humedad (%)	12.79	14.44	12.89	15.67	12.83	15.95
Densidad seca (g/cm³)	1.615	1.619	1.532	1.519	1.453	1.427

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL.	EXPANSION		DIAL.	EXPANSION		DIAL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
oct-20	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-20	10:30	24	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		21	92.1			12	51.7			5	20.2		
1.270		43	191.1			26	114.6			11	47.2		
1.905		66	294.5			38	168.6			16	69.7		
2.540	70.455	92	411.4	389.2	28.5	53	236.0	228.4	16.7	20	87.6	92.1	6.8
3.810		124	555.3			75	335.0			31	137.1		
5.080	105.682	161	721.7	726.0	35.5	94	420.4	423.0	20.7	40	177.6	175.2	8.6
7.620		227	1018.4			131	586.8			55	245.0		
10.160		279	1252.2			165	739.6			67	299.0		
12.700		318	1427.6			191	856.5			76	339.5		

*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 GERENTE GENERAL

Dirección: Av. Petro Perú Mz. E Lote 6  
 Salaverry - Trujillo - La Libertad  
 CEL: 935612784 965806216  
 Teléfono: 044-706846  
 Correo electrónico: geoticom.sac@gmail.com

Estudios de Mecánica de Suelos  
 Construcción de Obras  
 Supervisión y Consultoría de Obras

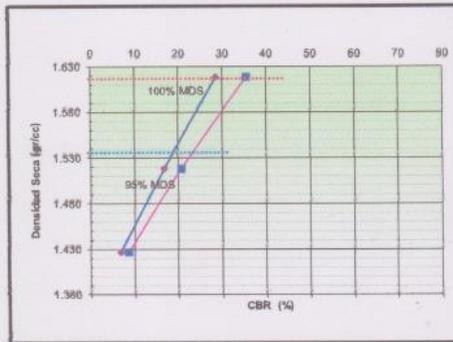
INDECOPI CERTIFICADO N°12561

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL RAMIREZ LLAURY  
**Calicata** : C1 - KM 0+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)

**CERTIFICADO**: S.R. - 001  
**FECHA**: Oct-20  
**CLASF. (SUCS)**: SP  
**CLASF. (AASHTO)**: A-2-4 (0)

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NTP 339,145 / ASTM D - 1883



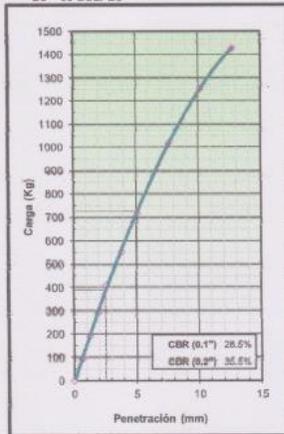
**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.619  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 14.4  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.538

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 28.54	0.2": 35.49
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.92	0.2": 23.37

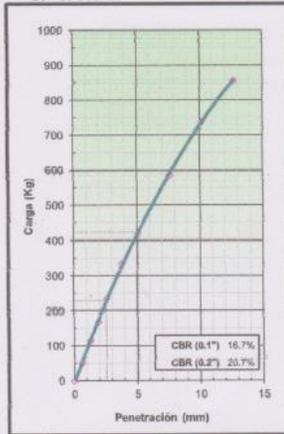
**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS SE PENETRARON A LAS 24 HORAS POR TRATARSE DE SUELOS GRANULARES SIN PLASTICIDAD.

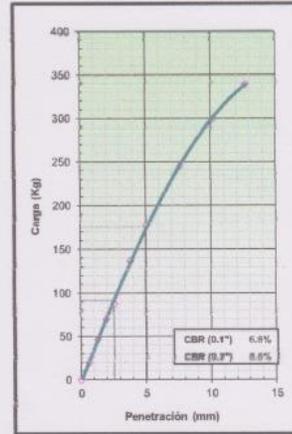
**EC = 55 GOLPES**



**EC = 26 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

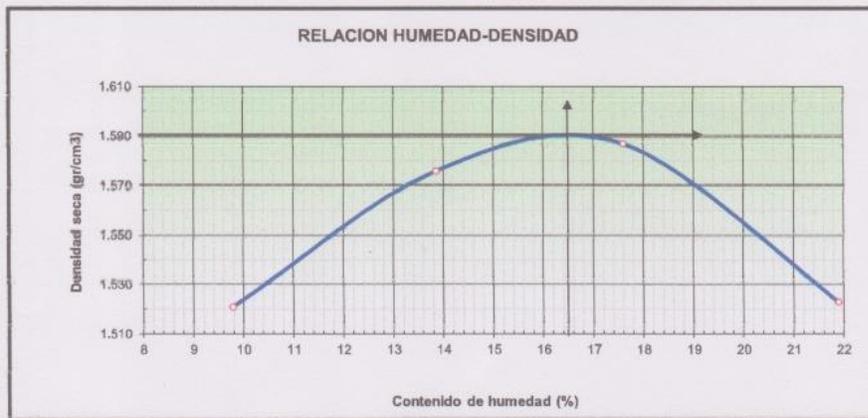
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO:** S.R. - 003  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C3 - KM 2+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : 44105

ENSAYO DE COMPACTACION MODIFICADO - METODO "A"

NTP 339,142 / ASTM D - 1557

Peso suelo + molde	gr	5545.00	5663.00	5731.00	5722.00	
Peso molde	gr	3962.00	3962.00	3962.00	3962.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1583.00	1701.00	1769.00	1760.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	948.00	948.00	948.00	948.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.670	1.794	1.866	1.857	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	558.97	548.72	582.20	648.17	
Peso del suelo seco + tara	gr	509.16	481.97	495.12	531.74	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	49.81	66.75	87.08	116.43	
Peso del suelo seco	gr	509.16	481.97	495.12	531.74	
Contenido de agua	%	9.78	13.85	17.59	21.90	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.521	1.576	1.587	1.523	
						Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ) 1.590
						Optimo Contenido de Humedad (%) 16.50



Observaciones:

*Jose Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO** : S.R. - 003  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C3 - KM 2+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct-20

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
NTP 339,145 / ASTM D-1883**

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	55		26		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11524.00	11615.00	11231.00	11306.00	11087.00	11182.00
Peso de molde (g)	7553.00	7553.00	7473.00	7473.00	7535.00	7535.00
Peso del suelo húmedo (g)	3971.00	4062.00	3758.00	3833.00	3552.00	3647.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2144.00	2166.16	2138.00	2168.09	2130.00	2177.31
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.852	1.875	1.758	1.768	1.668	1.675
Tara (N°)	519.63		493.56		574.17	
Peso suelo húmedo + tara (g)	519.63	971.28	493.56	1087.04	574.17	1149.50
Peso suelo seco + tara (g)	446.07	822.63	423.41	916.24	492.43	963.72
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	73.56	148.65	70.15	170.80	81.74	185.78
Peso de suelo seco (g)	446.07	822.63	423.41	916.24	492.43	963.72
Contenido de humedad (%)	16.49	18.07	16.57	18.64	16.60	19.28
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.590	1.588	1.508	1.490	1.430	1.404

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
oct.-20	15:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct.-20	15:10	24	32	0.813	0.70	46	1.168	1.01	76	1.930	1.67
oct.-20	15:10	48	43	1.092	0.95	57	1.448	1.25	91	2.311	2.00
oct.-20	15:10	72	46	1.168	1.01	62	1.575	1.36	98	2.489	2.16
oct.-20	15:10	96	47	1.194	1.03	64	1.626	1.41	101	2.565	2.22

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		11	47.2			6	24.7			3	11.2		
1.270		23	101.1			11	47.2			6	24.7		
1.905		34	150.6			17	74.2			8	33.7		
2.540	70.455	47	209.1	199.8	14.7	24	105.6	101.3	7.4	11	47.2	47.0	3.4
3.810		64	285.5			34	150.6			16	69.7		
5.080	105.682	83	370.9	372.7	18.2	43	191.1	191.6	9.4	20	87.6	87.3	4.3
7.620		117	523.8			60	267.5			27	119.1		
10.160		144	645.2			76	339.5			33	146.1		
12.700		164	735.1			87	388.9			37	164.1		

*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 167538

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

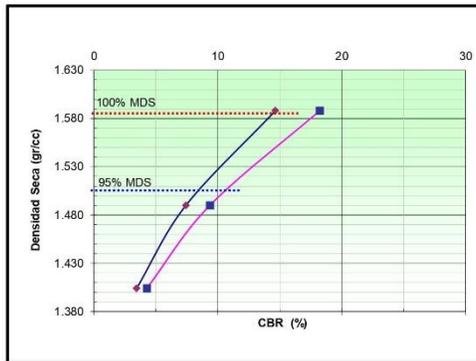
**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO:** S.R. - 003

**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA **FECHA:** Oct-20

**Calicata** : C3 - KM 2+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m) **CLASF. (SUCS):** SC-SM **CLASF. (AASHTO):** A-2-4 (0)

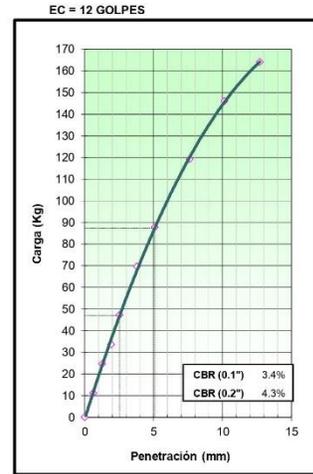
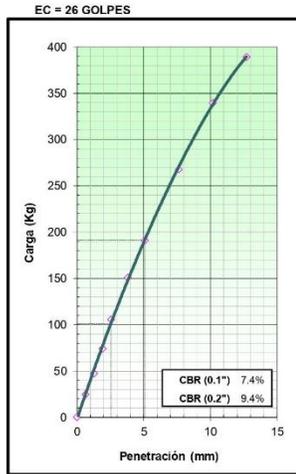
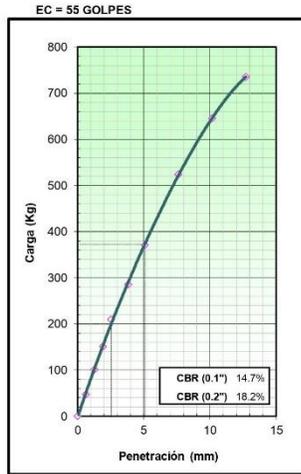
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NTP 339,145 / ASTM D - 1883



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.588  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 18.1  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.509

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.66	0.2": 18.23
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 8.58	0.2": 10.80

**OBSERVACIONES:**



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
**ING. CIVIL**  
**R. CIP. N° 167538**

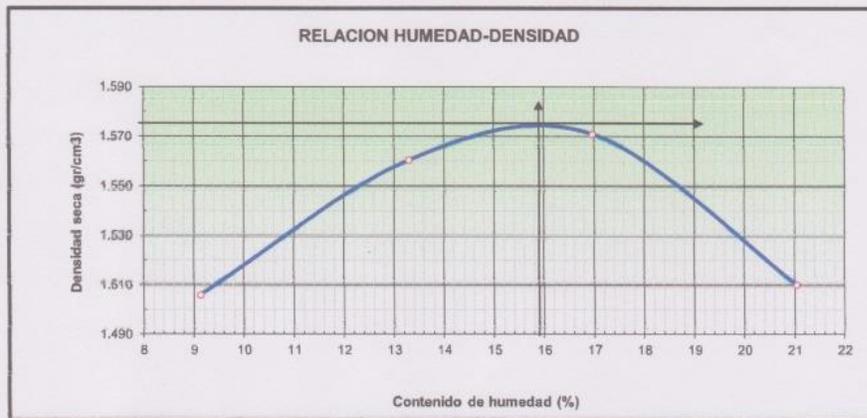
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACÓCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO:** S.R. - 005  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCÍA GARCÍA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMÍREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C5 - KM 4+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**ENSAYO DE COMPACTACION MODIFICADO - METODO "A"**

NTP 339.142 / ASTM D - 1557

Peso suelo + molde	gr	5520.00	5638.00	5704.00	5695.00	
Peso molde	gr	3962.00	3962.00	3962.00	3962.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1558.00	1676.00	1742.00	1733.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	948.00	948.00	948.00	948.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.643	1.768	1.838	1.828	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	533.78	580.97	579.84	561.53	
Peso del suelo seco + tara	gr	489.16	512.81	495.76	463.95	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	44.62	68.16	84.08	97.58	
Peso del suelo seco	gr	489.16	512.81	495.76	463.95	
Contenido de agua	%	9.12	13.29	16.96	21.03	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.506	1.561	1.571	1.510	
					Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.574
					Óptimo Contenido de Humedad (%)	15.90



Observaciones:

*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO** : S.R. - 005  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C5 - KM 4+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	55		26		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11472.00	11563.00	11157.00	11233.00	11030.00	11124.00
Peso de molde (g)	7561.00	7561.00	7458.00	7458.00	7539.00	7539.00
Peso del suelo húmedo (g)	3911.00	4002.00	3699.00	3775.00	3491.00	3585.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2144.00	2167.57	2138.00	2169.50	2130.00	2177.78
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.824</b>	<b>1.846</b>	<b>1.730</b>	<b>1.740</b>	<b>1.639</b>	<b>1.646</b>
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	489.12	1083.41	517.96	961.57	591.83	1069.75
Peso suelo seco + tara (g)	422.03	922.46	446.61	814.53	510.68	902.11
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	67.09	160.95	71.35	147.04	81.15	167.64
Peso de suelo seco (g)	422.03	922.46	446.61	814.53	510.68	902.11
Contenido de humedad (%)	15.90	17.45	15.98	18.05	15.89	18.58
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.574</b>	<b>1.572</b>	<b>1.492</b>	<b>1.474</b>	<b>1.414</b>	<b>1.388</b>

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
oct.-20	11:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct.-20	11:20	24	33	0.838	0.73	48	1.219	1.06	77	1.956	1.69
oct.-20	11:20	48	45	1.143	0.99	59	1.499	1.30	93	2.362	2.05
oct.-20	11:20	72	49	1.245	1.08	65	1.651	1.43	99	2.515	2.18
oct.-20	11:20	96	50	1.270	1.10	67	1.702	1.47	102	2.591	2.24

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	38.2			4	15.7			2	6.7		
1.270		19	83.2			9	38.2			4	15.7		
1.905		27	119.1			13	56.2			6	24.7		
2.540	70.455	37	164.1	160.6	11.8	19	83.2	78.8	5.8	9	38.2	36.7	2.7
3.810		53	236.0			27	119.1			13	56.2		
5.080	105.682	66	294.5	298.6	14.6	33	146.1	149.3	7.3	17	74.2	72.2	3.5
7.620		93	415.9			47	209.1			23	101.1		
10.160		114	510.3			59	263.0			29	128.1		
12.700		130	582.3			69	308.0			33	146.1		

*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 167538

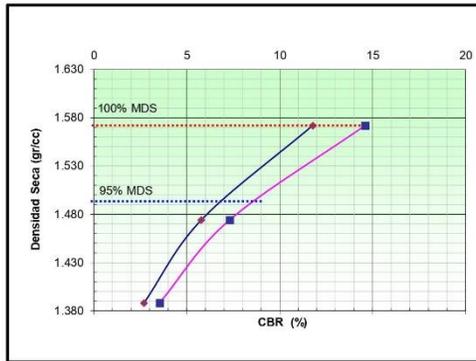
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
**Calicata** : C5 - KM 4+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)

**CERTIFICADO:** S.R. - 005  
**FECHA:** Oct. 20  
**CLASF. (SUCS):** SP-SC-SM  
**CLASF. (AASHTO):** A-2-4 (0)

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

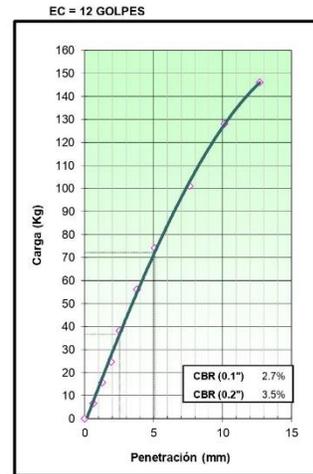
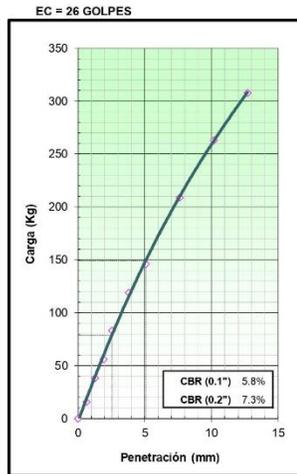
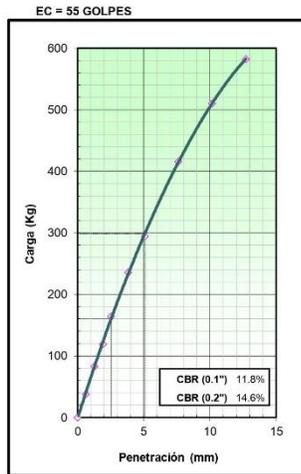
NTP 339,145 / ASTM D - 1883



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.572  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 17.5  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.493

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.79	0.2": 14.60
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 6.76	0.2": 8.49

**OBSERVACIONES:**



*José Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
**ING. CIVIL**  
**R. CIP. N° 167538**

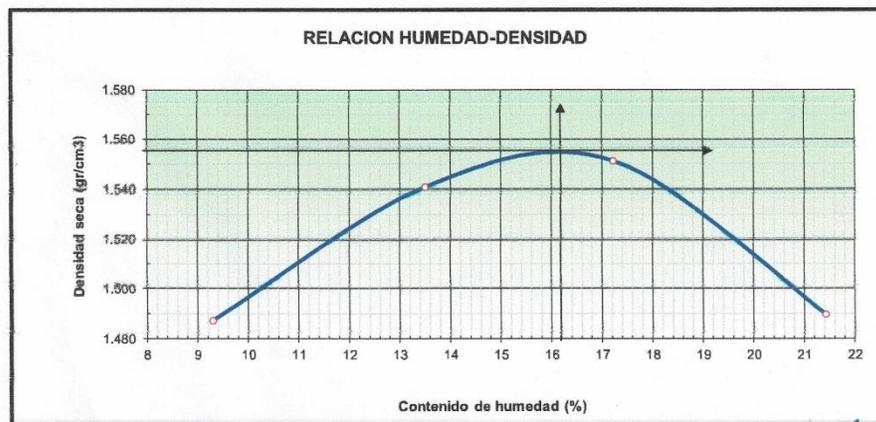
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO:** S.R. - 007  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C7 - KM 6+600 - ESTRATO E-1 (PROF.= 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**ENSAYO DE COMPACTACION MODIFICADO - METODO "A"**

NTP 339.142 / ASTM D - 1557

Peso suelo + molde	gr	5503.00	5620.00	5686.00	5677.00	
Peso molde	gr	3962.00	3962.00	3962.00	3962.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1541.00	1658.00	1724.00	1715.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	948.00	948.00	948.00	948.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.626	1.749	1.819	1.809	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	539.36	587.22	588.64	669.78	
Peso del suelo seco + tara	gr	493.51	517.39	502.17	551.63	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	45.85	69.83	86.47	118.15	
Peso del suelo seco	gr	493.51	517.39	502.17	551.63	
Contenido de agua	%	9.29	13.50	17.22	21.42	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.487	1.541	1.551	1.490	
					Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.556
					Óptimo Contenido de Humedad (%)	16.20



Observaciones:

*Jose Alberto Moya Chunga*  
**José Alberto Moya Chunga**  
 GERENTE GENERAL  
 GEOTICOM S.A.C.

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD **CERTIFICADO** : S.R. - 007  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Muestra** : MATERIAL DE SUBRASANTE  
**Calicata** : C7 - KM 6+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)  
**Fecha** : Oct.-20

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NTP 339,145 / ASTM D-1883

**COMPACTACION**

	1		2		3	
Molde N°	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11438.00	11522.00	11157.00	11228.00	10985.00	11074.00
Peso de molde (g)	7561.00	7561.00	7492.00	7492.00	7528.00	7528.00
Peso del suelo húmedo (g)	3877.00	3961.00	3665.00	3736.00	3457.00	3546.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2144.00	2164.75	2138.00	2167.62	2130.00	2176.37
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.830	1.714	1.724	1.623	1.629
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	509.03	1187.54	496.04	1085.76	519.10	1035.28
Peso suelo seco + tara (g)	438.07	1008.43	426.51	917.13	446.57	870.62
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	70.96	179.11	69.53	168.63	72.53	164.66
Peso de suelo seco (g)	438.07	1008.43	426.51	917.13	446.57	870.62
Contenido de humedad (%)	16.20	17.76	16.30	18.39	16.24	18.91
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.556	1.554	1.474	1.456	1.396	1.370

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
oct.-20	9:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct.-20	9:50	24	30	0.762	0.66	45	1.143	0.99	73	1.854	1.61
oct.-20	9:50	48	41	1.041	0.90	55	1.397	1.21	90	2.286	1.98
oct.-20	9:50	72	43	1.092	0.95	61	1.549	1.34	96	2.438	2.11
oct.-20	9:50	96	44	1.118	0.97	63	1.600	1.39	99	2.515	2.18

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		8	33.7			4	15.7			2	6.7		
1.270		16	69.7			8	33.7			4	15.7		
1.905		24	105.6			12	51.7			6	24.7		
2.540	70.455	33	146.1	139.8	10.3	17	74.2	71.9	5.3	8	33.7	34.9	2.6
3.810		45	200.1			25	110.1			12	51.7		
5.080	105.682	59	263.0	263.4	12.9	30	132.6	134.6	6.6	16	69.7	66.3	3.2
7.620		83	370.9			42	186.6			21	92.1		
10.160		102	456.4			54	240.5			25	110.1		
12.700		116	519.3			62	276.5			29	128.1		

*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 167538

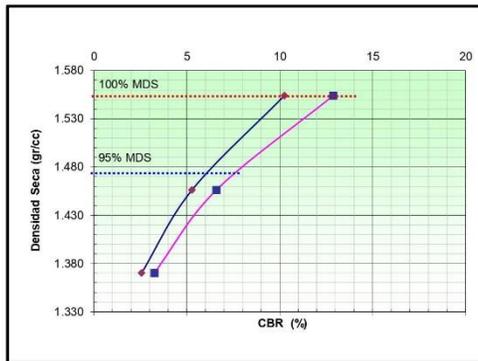
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Proyecto** : ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Ubicación** : CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : Br. KEVIN JOEL, GARCIA GARCIA  
 Br. WALTER ANIBAL, RAMIREZ LLAURY  
**Calicata** : C7 - KM 6+600 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)

**CERTIFICADO:** S.R. - 007  
**FECHA:** Oct.-20  
**CLASF. (SUCS):** SP-SC-SM  
**CLASF. (AASHTO):** A-2-4 (0)

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

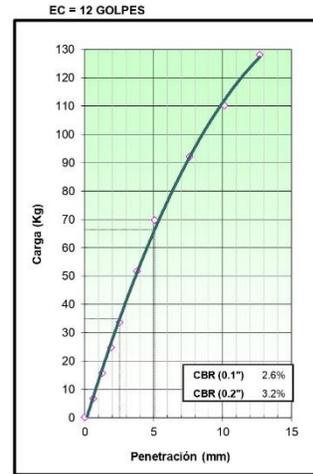
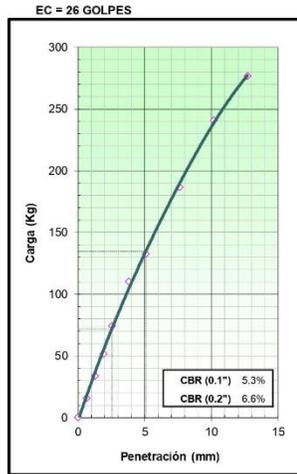
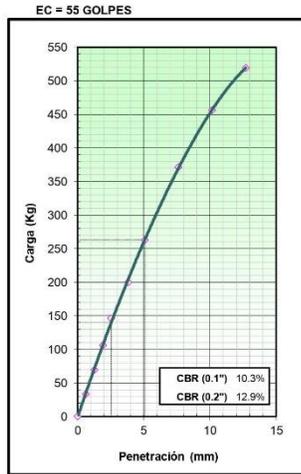
NTP 339,145 / ASTM D - 1883



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.554  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 17.8  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.476

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.27	0.2":	12.88
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	6.15	0.2":	7.67

**OBSERVACIONES:**



*José Alberto Moya Chunga*  
 José Alberto Moya Chunga  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 167538

### Presupuesto

Presupuesto **0203001** **Análisis de Tránsito para el Diseño Estructural del Pavimento Flexible de la Carretera Departamental Tramo Desvío Laguna Sausacochoa - Curgos - Sánchez Carrión - La Libertad**  
 Cliente **CONTRATISTAS ASOCIADOS** Costo al **06/11/2020**  
 Lugar **LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - CURGOS**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>317,014.52</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	est	1.00	121,000.00	121,000.00
01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	69,743.98	2.14	149,252.12
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL DE OBRAS	mes	4.00	6,850.00	27,400.00
01.04	CAMPAMENTO Y ALMACENES	m2	80.00	73.28	5,862.40
01.05	ACCESO A CANTERAS, DME Y FUENTES DE AGUA	glb	3.00	4,500.00	13,500.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>7,438,557.41</b>
02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE EN ZONAS NO BOSCOSAS	m2	45,884.20	0.69	31,660.10
02.02	SOBREANCHO DE VIA	m3	137,655.00	8.58	1,181,079.90
02.03	EXCAVACION EN EXPLANACIONES DE MATERIAL SUELTO	m3	67,340.00	0.57	38,383.80
02.04	EXCAVACION EN EXPLANACIONES DE ROCA	m3	21,768.00	27.61	601,014.48
02.05	REMOCION DE DERRUMBES	m3	15,024.45	8.73	131,163.45
02.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	73,655.70	44.54	3,280,624.88
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=3 km	m3	153,107.30	4.87	745,632.55
02.08	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME's	m3	153,107.30	2.71	414,920.78
02.09	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	69,743.98	14.54	1,014,077.47
03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>6,871,003.03</b>
03.01	SUB-BASE GRANULAR	m3	17,436.00	38.42	669,891.12
03.02	BASE GRANULAR	m3	17,436.00	58.49	1,019,831.64
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	69,743.98	4.83	336,863.42
03.04	EMULSIÓN ASFALTICA	m2	69,743.98	2.91	202,954.98
03.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 9 CM	m2	69,743.98	66.55	4,641,461.87
04	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>601,064.07</b>
04.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	111.00	331.72	36,820.92
04.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	48.00	436.72	20,962.56
04.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	3.00	179.72	539.16
04.04	POSTE PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	159.00	250.27	39,792.93
04.05	ESTRUCTURA DE SOPORTE P/SEÑAL INFORMATIVA	und	3.00	380.31	1,140.93
04.06	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	69.30	10.09	699.24
04.07	MARCAS EN EL PAVIMENTO LINEAS BORDE Y LINEA CENTRAL	ml	27,531.00	6.45	177,574.95
04.08	TACHAS REFLECTIVAS SEPARADORAS	und	8,719.00	28.12	245,178.28
04.09	SEÑAL DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	und	290.00	270.19	78,355.10
05	<b>CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS</b>				<b>1,689,625.00</b>
05.01	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> 1.00x1.00 m	ml	12,500.00	135.17	1,689,625.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>16,917,264.03</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>1,691,726.40</b>
	<b>UTILIDAD (5%)</b>				<b>845,863.20</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>19,454,853.63</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>3,501,873.65</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>22,956,727.28</b>



Trujillo, 20 de octubre del 2020

**RESOLUCIÓN N° 0981-2020-FI-UPAO**

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado “**ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA – CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD**”, de los Bachilleres: **GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL** y **RAMIREZ LLAURY WALTER ANIBAL**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ing. PAUL HENRIQUEZ ULLOA**, Presidente; **Ing. ALVARO SALAZAR PERALES**, Secretario; **Ing. TITO BURGOS SARMIENTO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

**SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres **GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL** y **RAMIREZ LLAURY WALTER ANIBAL**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO: APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: “**ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA – CURGOS – SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD**”.

**TERCERO: COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



*[Handwritten Signature]*  
**Dr. Ángel Alanca Quenta**  
**DECANO**

C. Copia  
[] Archivado  
[] Contraste PADT 2020-10  
[] Intermediario  
\* A.A.Q. / \* Kato

“Año de la Universalización de la Salud”

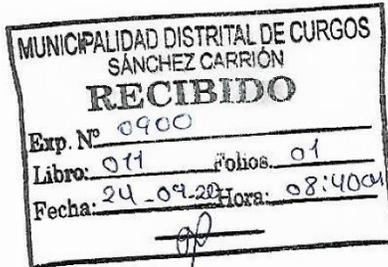
**CARGO**

Solicitud de permiso para extracción de suelo mediante calicatas

Trujillo, 22 de setiembre del 2020.

Señor:

Juan Carlos Salvatierra Ríos  
Alcalde del Distrito de Curgos.



De nuestra especial consideración:

Nos es grato dirigirnos a usted para saludarle cordialmente y la vez presentarnos a su persona como Bachilleres de la carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Nosotros, García García, Kevin Joel con ID: 000130638 Y DNI 71467515. Ramírez Llaury, Walter Anibal con ID: 000139368 y DNI 73096174, para solicitarle permiso para realizar calicatas con el fin de extracción de muestra de suelo de la Carretera Departamental tramo Desvío Laguna Sausacohca – Curgos con el fin de poder realizar nuestra Tesis de Investigación para brindar resultados favorables.

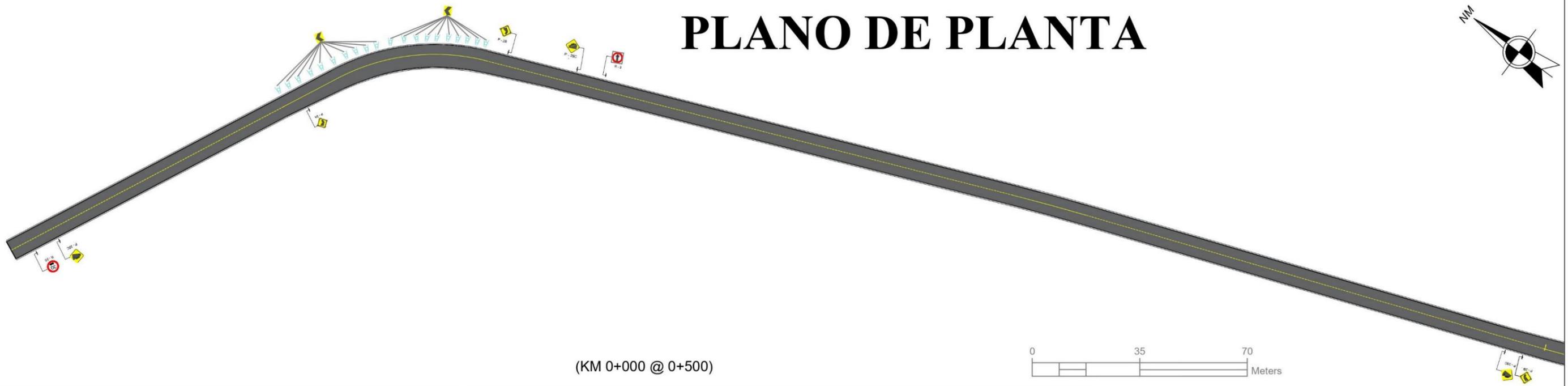
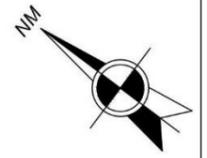
Sin otro particular, es todo en cuanto solicitamos sin antes aprovechar la oportunidad para manifestarle nuestra especial consideración.

Atentamente.

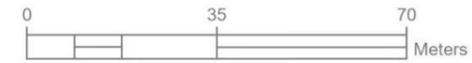
Br. García García, Kevin Joel

Br. Ramírez Llaury, Walter Anibal

# PLANO DE PLANTA

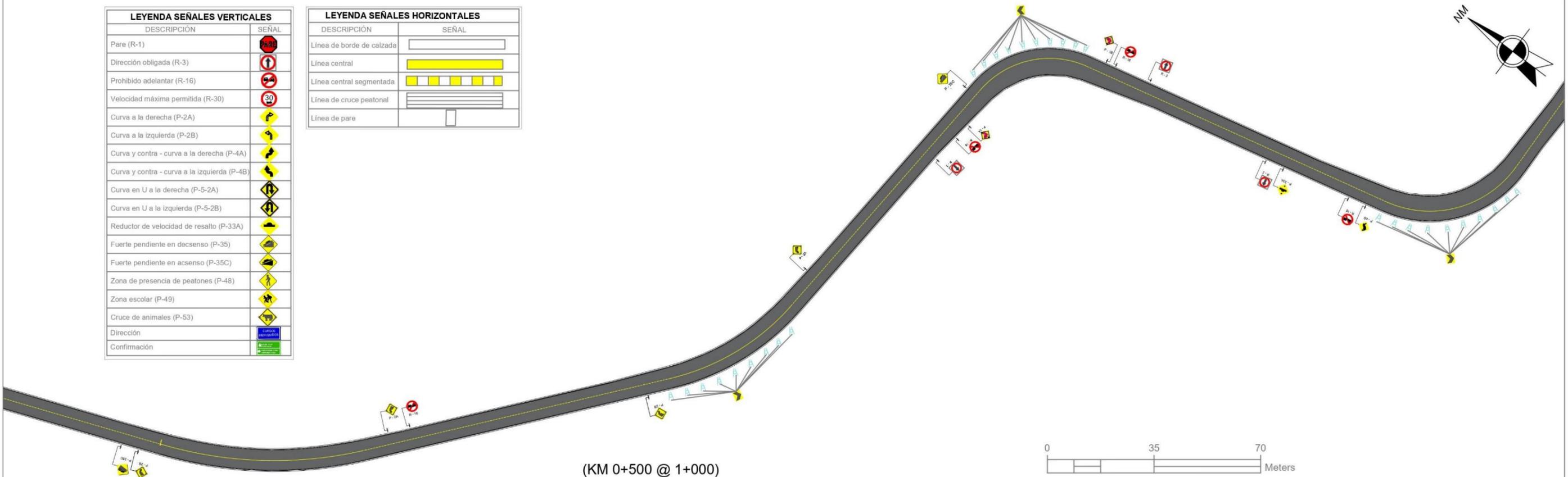


(KM 0+000 @ 0+500)

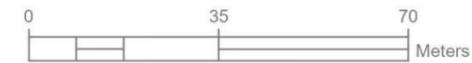


LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	



(KM 0+500 @ 1+000)



**PROYECTO:**

"ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

**UNIVERSIDAD:**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**ALUMNOS:**

**GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL  
RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL**

**UBICACIÓN:**

DPTO: LA LIBERTAD  
PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN  
DISTRITO: CURGOS

**PLANO:**

**SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL**

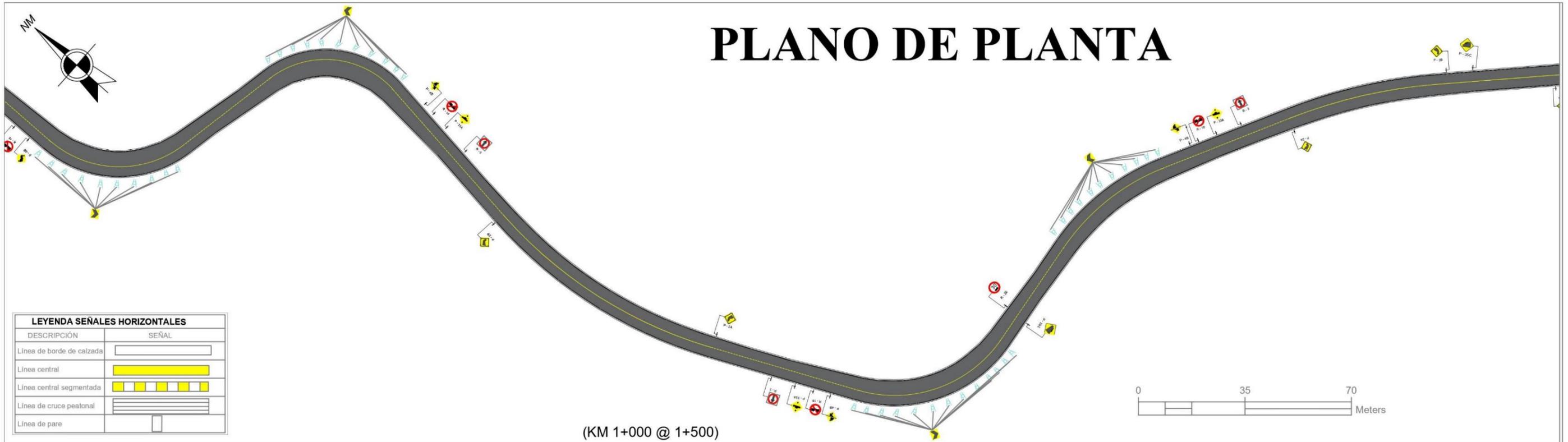
**ESCALA:**

INDICADA

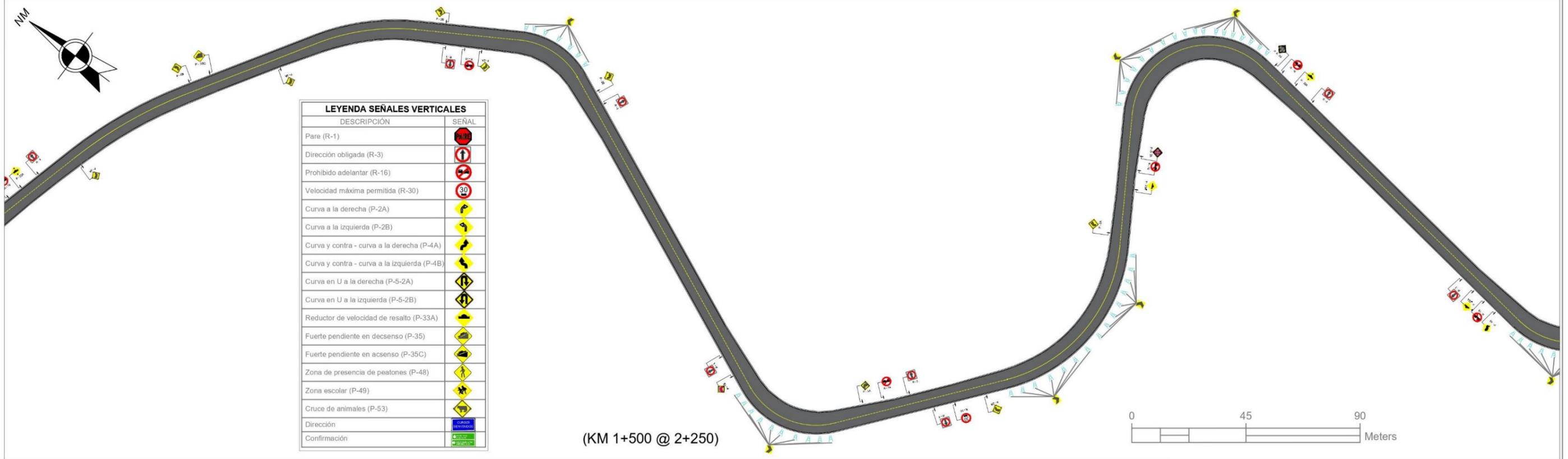
**LAMINA:**

**SE - 01**

# PLANO DE PLANTA



DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	



DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

**PROYECTO:**  
"ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

**UNIVERSIDAD:**  
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**ALUMNOS:**  
GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL  
RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL

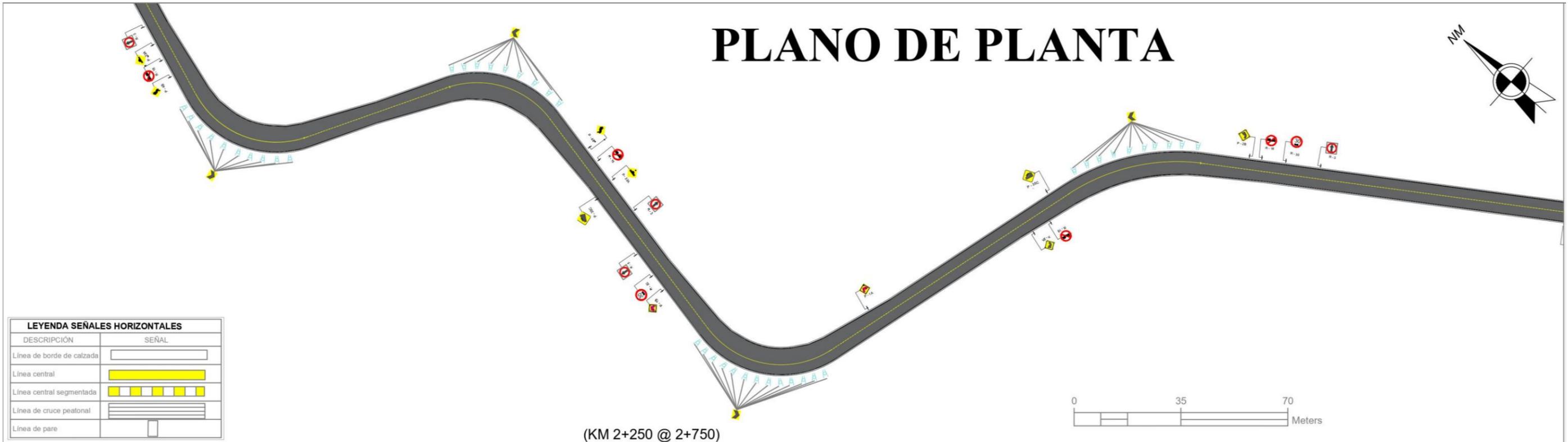
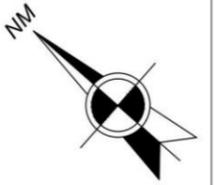
**UBICACIÓN:**  
DPTO: LA LIBERTAD  
PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN  
DISTRITO: CURGOS

**PLANO:**  
**SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL**

**ESCALA:**  
INDICADA

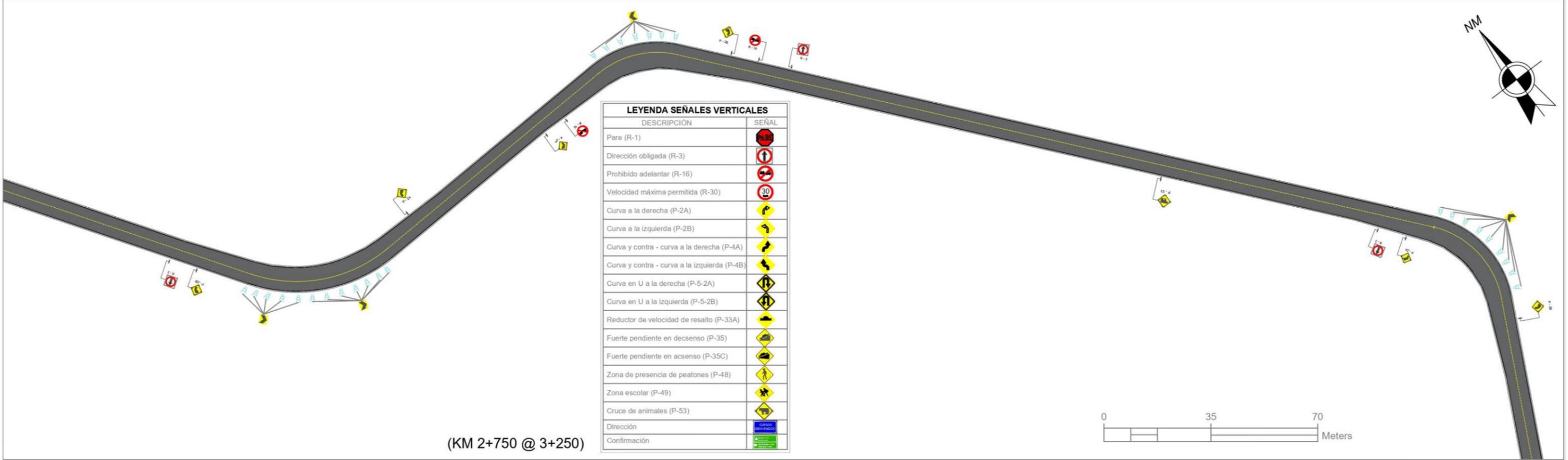
**LAMINA:**  
**SE - 02**

# PLANO DE PLANTA



(KM 2+250 @ 2+750)

LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	



(KM 2+750 @ 3+250)

LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

**PROYECTO:**  
"ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

**UNIVERSIDAD:**  
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**ALUMNOS:**  
**GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL**  
**RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL**

**UBICACIÓN:**  
DPTO: LA LIBERTAD  
PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN  
DISTRITO: CURGOS

**PLANO:**  
**SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL**

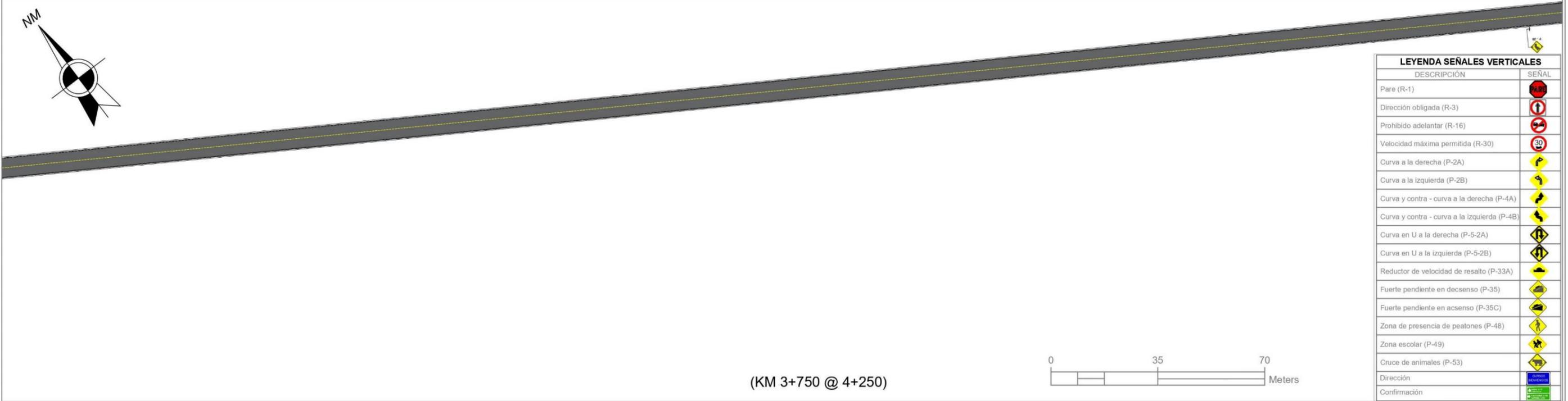
**ESCALA:**  
INDICADA

**LAMINA:**  
**SE - 03**

# PLANO DE PLANTA



LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	

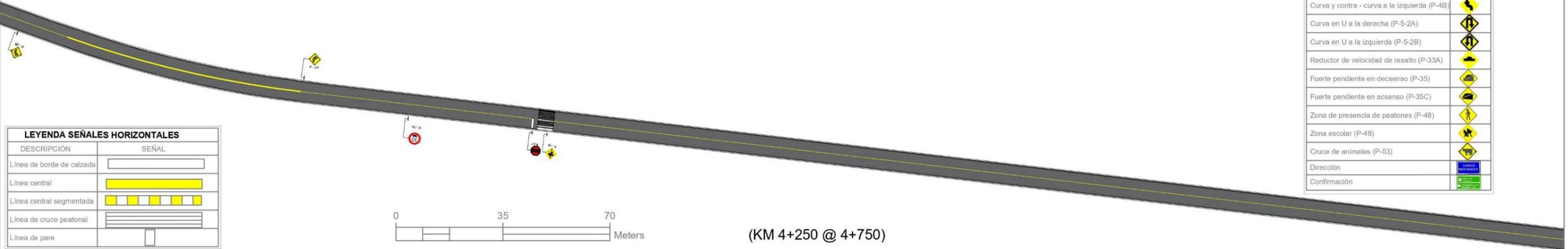


LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

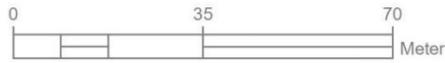
<b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	<b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL	<b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS	<b>PLANO:</b> SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> SE - 04
--	---	---	---	---	----------------------------	---------------------------

# PLANO DE PLANTA

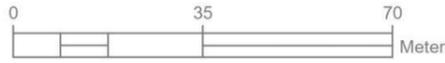
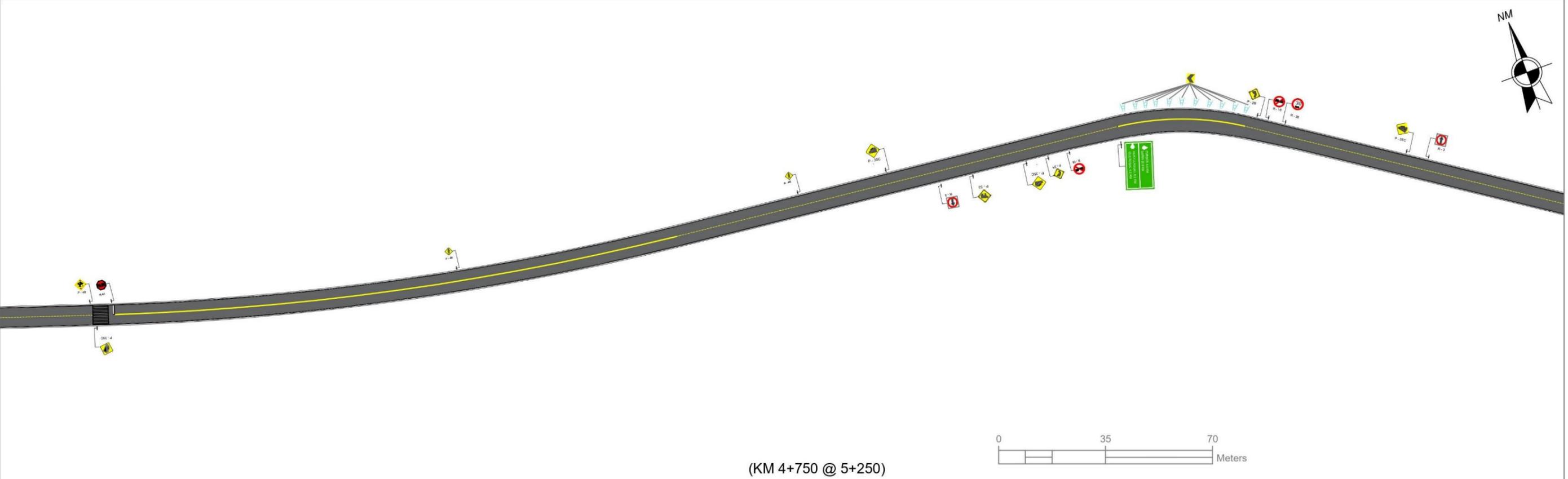
LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	



LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	



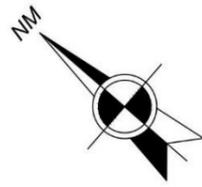
(KM 4+250 @ 4+750)



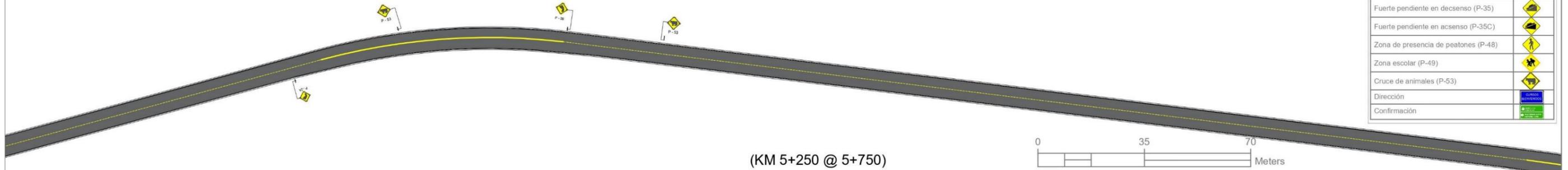
(KM 4+750 @ 5+250)

<b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	<b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL	<b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS	<b>PLANO:</b> SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> SE - 05
--	---	---	---	---	----------------------------	---------------------------

# PLANO DE PLANTA



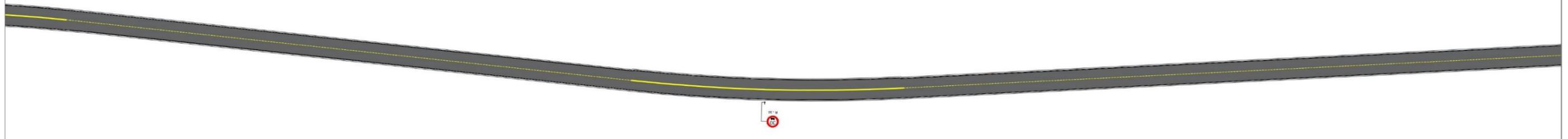
LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	



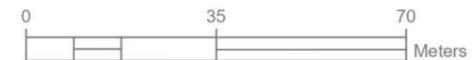
(KM 5+250 @ 5+750)



LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	

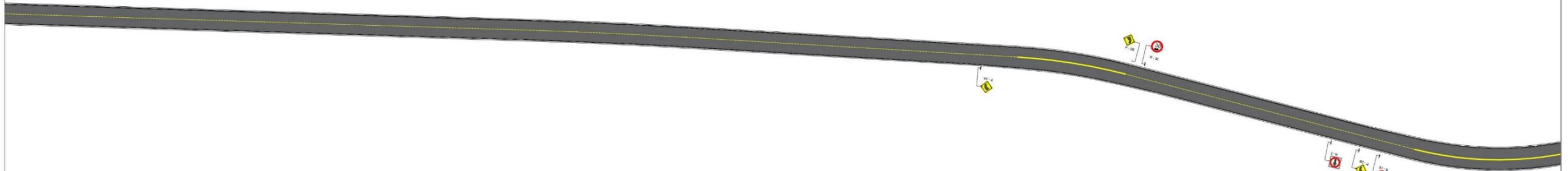
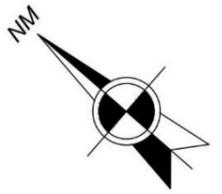


(KM 5+750 @ 6+250)

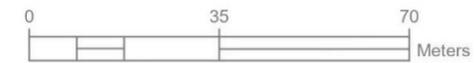


<b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	<b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL	<b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS	<b>PLANO:</b> SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> SE - 06
--	---	---	---	---	----------------------------	---------------------------

# PLANO DE PLANTA

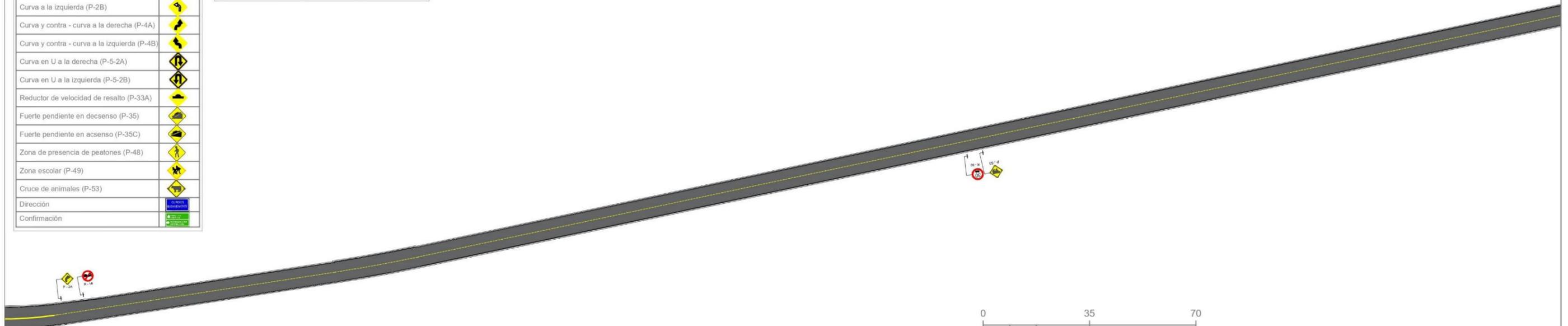


(KM 6+250 @ 6+750)



LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	

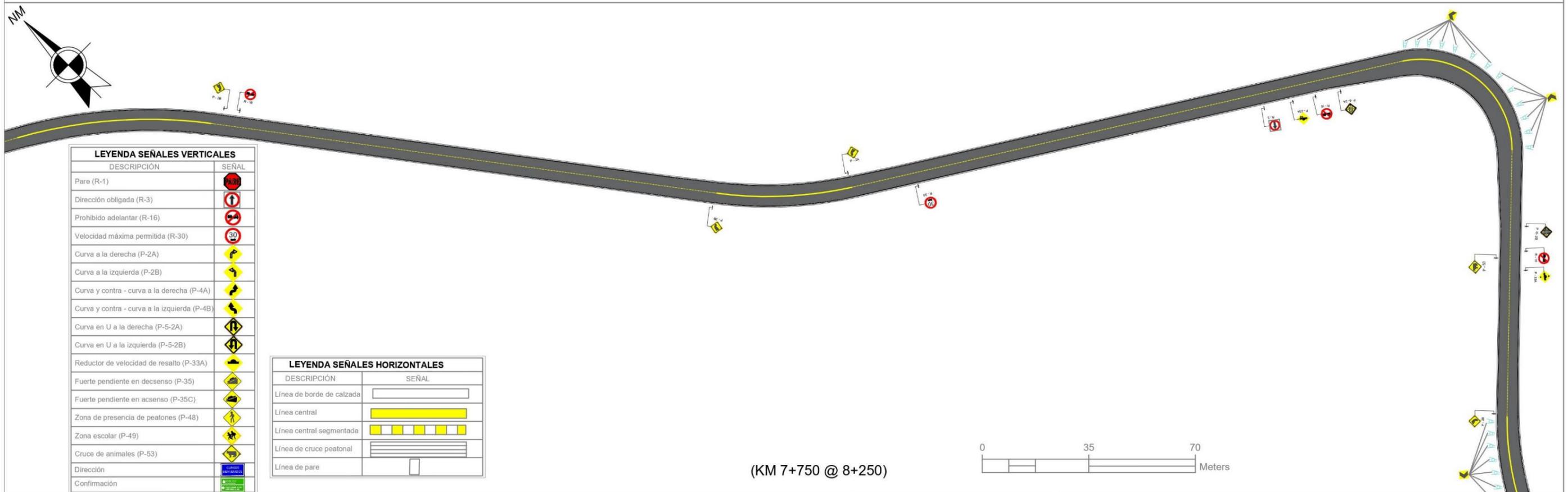
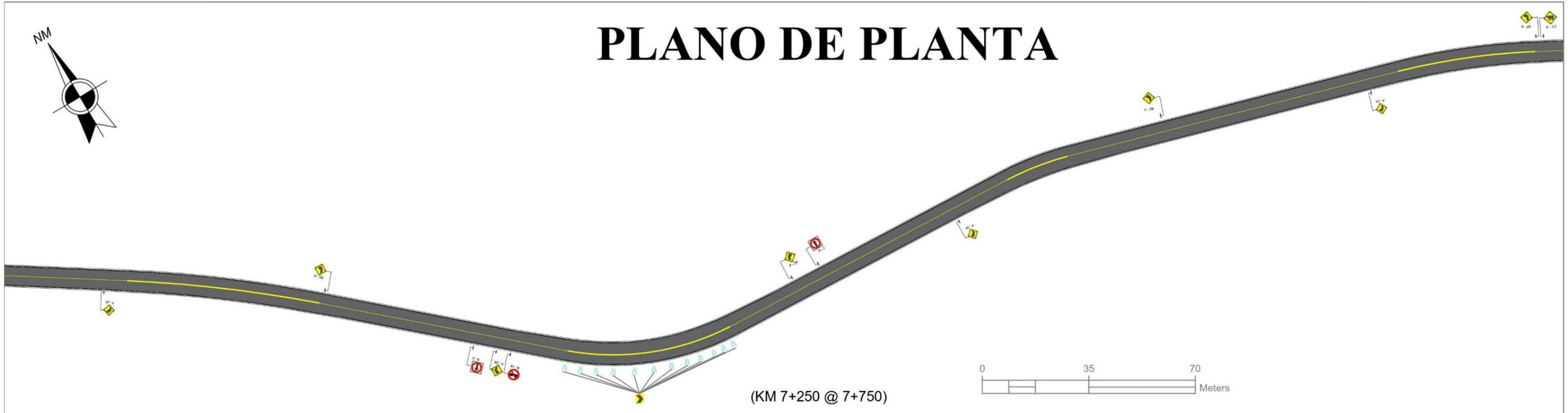


(KM 6+750 @ 7+250)



<b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	<b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL	<b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS	<b>PLANO:</b> SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> SE - 07
--	---	---	---	---	----------------------------	---------------------------

# PLANO DE PLANTA

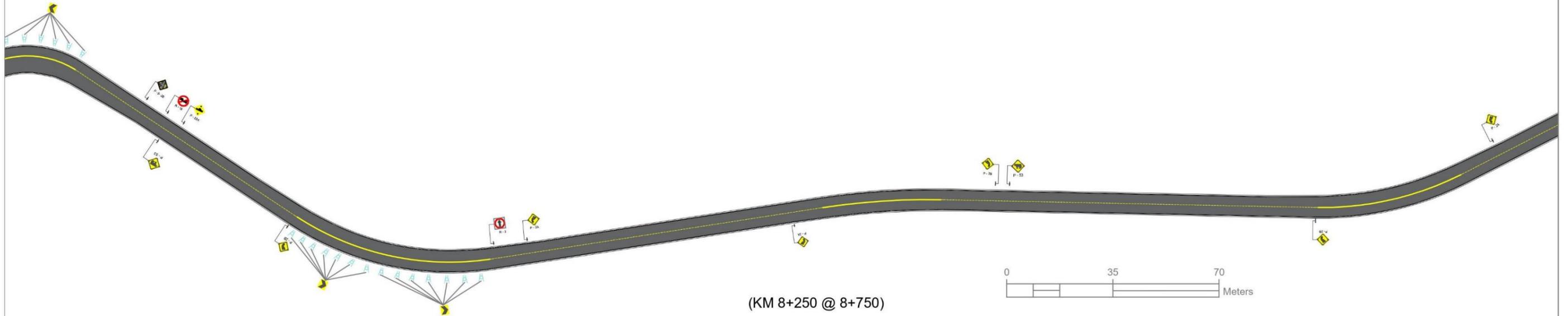
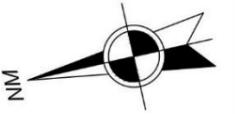


LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pare (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra - curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra - curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	

LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pare	

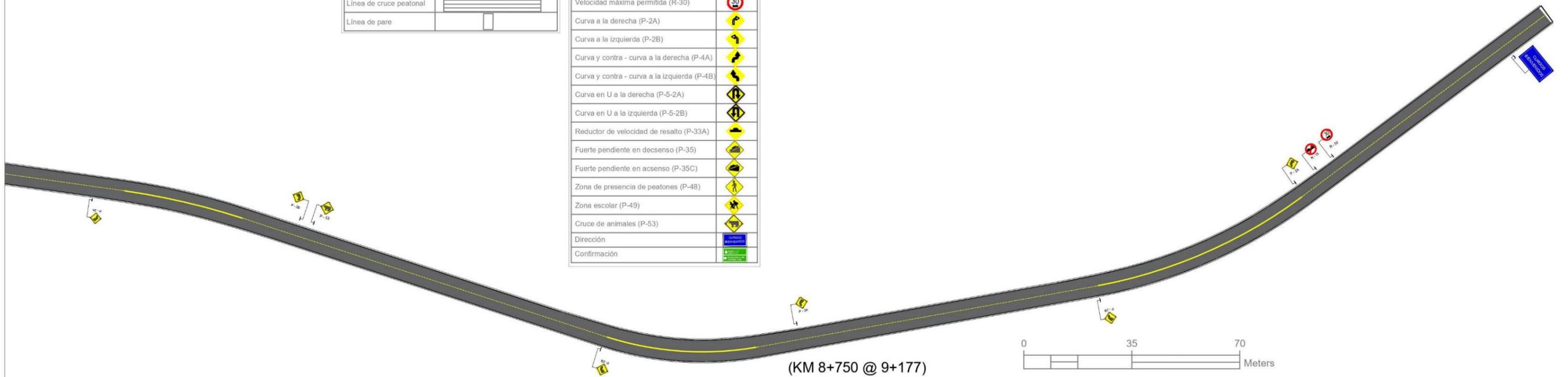
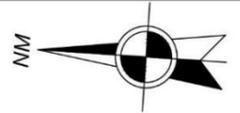
<b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	<b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL	<b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS	<b>PLANO:</b> SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> SE - 08
--	---	---	---	---	----------------------------	---------------------------

# PLANO DE PLANTA



LEYENDA SEÑALES HORIZONTALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Línea de borde de calzada	
Línea central	
Línea central segmentada	
Línea de cruce peatonal	
Línea de pared	

LEYENDA SEÑALES VERTICALES	
DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Pared (R-1)	
Dirección obligada (R-3)	
Prohibido adelantar (R-16)	
Velocidad máxima permitida (R-30)	
Curva a la derecha (P-2A)	
Curva a la izquierda (P-2B)	
Curva y contra-curva a la derecha (P-4A)	
Curva y contra-curva a la izquierda (P-4B)	
Curva en U a la derecha (P-5-2A)	
Curva en U a la izquierda (P-5-2B)	
Reductor de velocidad de resalto (P-33A)	
Fuerte pendiente en descenso (P-35)	
Fuerte pendiente en ascenso (P-35C)	
Zona de presencia de peatones (P-48)	
Zona escolar (P-49)	
Cruce de animales (P-53)	
Dirección	
Confirmación	



**PROYECTO:**

"ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOCHA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"

**UNIVERSIDAD:**

**UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTENOR ORREGO**

**ALUMNOS:**

**GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL  
RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL**

**UBICACIÓN:**

DPTO: LA LIBERTAD  
PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN  
DISTRITO: CURGOS

**PLANO:**

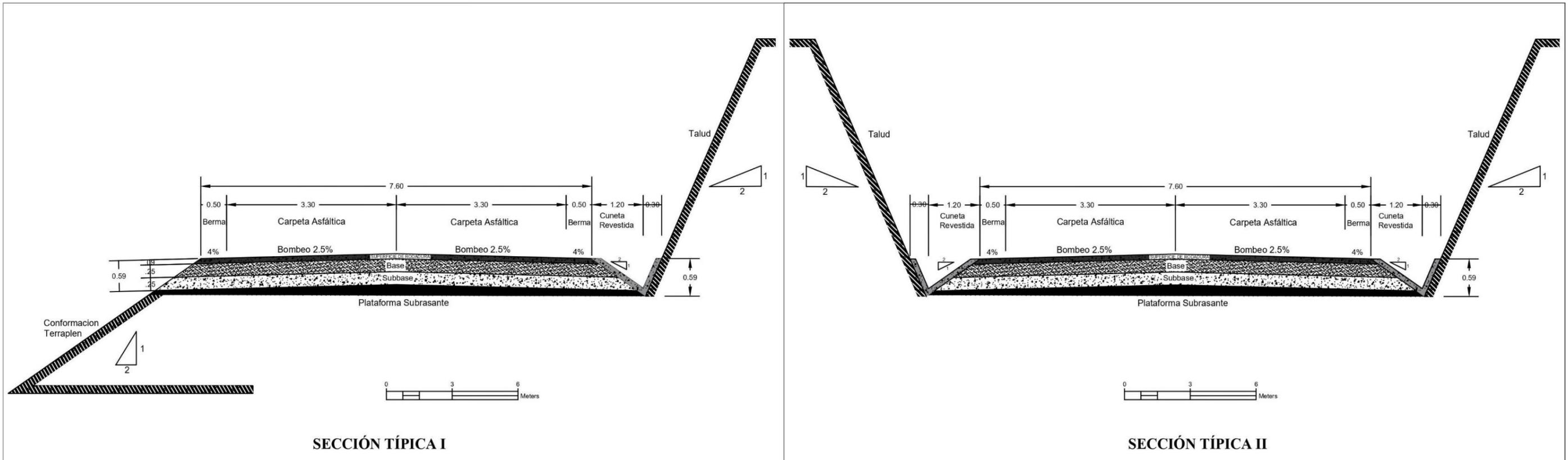
**SEÑALIZACIÓN VERTICAL  
Y HORIZONTAL**

**ESCALA:**

INDICADA

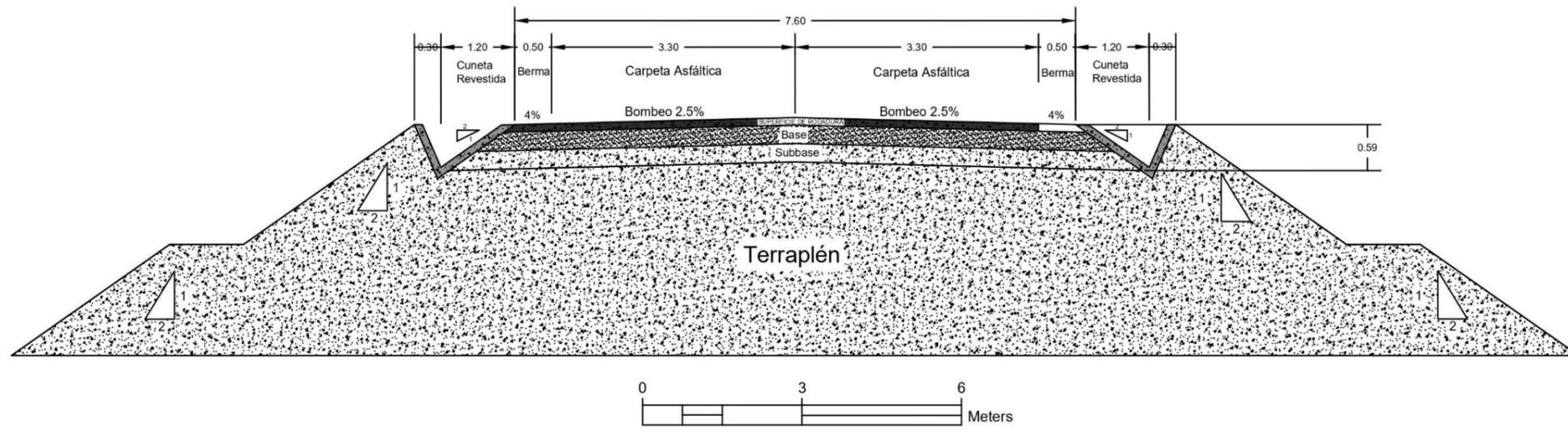
**LAMINA:**

**SE - 09**



SECCIÓN TÍPICA I

SECCIÓN TÍPICA II



SECCIÓN TÍPICA III

<p><b>PROYECTO:</b> "ANÁLISIS DE TRÁNSITO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL TRAMO DESVÍO LAGUNA SAUSACOA - CURGOS - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD"</p>	<p><b>UNIVERSIDAD:</b> <b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b></p>	<p><b>ALUMNOS:</b> GARCIA GARCIA, KEVIN JOEL RAMIREZ LLAURY, WALTER ANIBAL</p>	<p><b>UBICACIÓN:</b> DPTO: LA LIBERTAD PROV: SÁNCHEZ CARRIÓN DISTRITO: CURGOS</p>	<p><b>PLANO:</b> <b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - SECCIONES TÍPICAS</b></p>	<p><b>ESCALA:</b> INDICADA</p>	<p><b>LAMINA:</b> <b>E - 01</b></p>
--	--	--	---	---	------------------------------------	---