

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de transitabilidad del tramo II de la carretera Oyón – Ambo, 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Trinidad Cardenas, Flor Mariela

ASESOR: Tuanama Lavi, José Wicley

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
 Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73531770

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia publica

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martin César	Maestro en gestión publica	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491

D

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:30 horas del día **miércoles 17 de abril de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ MG. MARTIN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA - PRESIDENTE
- ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA - SECRETARIO
- ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0758-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN – AMBO, 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *13*... y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *12:15*... horas del día 17 del mes de abril del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. MARTIN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA

DNI: 22416570

ORCID: 0000-0002-0579-5135

Presidente

MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA

DNI: 43415813

ORCID: 0000-0002-0877-5922

Secretario

MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO

DNI: 40847625

ORCID: 0000-0002-4594-1491

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, José Wicley TUANAMA LAVI
asesor (a) del PA Ingeniería Civil y designado(a)
mediante documento RESOLUCIÓN N° 0480-2024-D-FI-UDH del (los)
estudiante (s) Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS

....., de
la investigación titulada:

.....DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO.....
.....DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN -...
.....AMBO, 2023

Puedo constatar que la misma tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencia detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de ABRIL de 2024


José Wicley Tuanama Lavi
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 133135

Mg. Tuanama Lavi José Wicley
DNI:058660064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
Asesor

"DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN - AMBO, 2023".docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

18% INDICE DE SIMILITUD	18% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	1%
7	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%



José Wicley Tuanama Lavi
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 133135

Mg. Tuanama Lavi José Wicley
DNI:058660064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
Asesor

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mis padres Betty Cardenas Cruz y Miguel Ángel Trinidad Pitman que son lo más importante en mi vida, ellos fueron los que me brindaron un apoyo incondicional en toda mi etapa de estudiante universitario.

Para mi hermano Miguel Haans Trinidad Cardenas, por su amor infinito y ser la persona que siempre está conmigo en las buenas y malas. estudiante universitario.

A mi universidad quien me brindo un ambiente educativo óptimo para el aprendizaje de las enseñanzas de los docentes especialistas. A mis docentes que me brindaron los conocimientos necesarios para poder lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme brindado sabiduría y calma en mi camino de estudiante universitario.

A mis padres por brindarme el apoyo emocional y económico para lograr mis objetivos.

A los profesores cuya sabiduría y dedicación han sido fundamentales en mi formación académica en especial a mi asesor Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi por su orientación experta, paciencia y compromiso fueron pilares fundamentales durante la realización de esta tesis. Gracias por compartir su experiencia y conocimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17

2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES	20
2.2.	BASES TEÓRICAS	20
2.2.1.	DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL	20
2.2.2.	TOPOGRAFÍA	21
2.2.3.	MECÁNICA DE SUELOS	22
2.2.4.	DISEÑO DE PAVIMENTO	24
2.2.5.	MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD	25
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	25
2.3.1.	IMPACTO AMBIENTAL	25
2.3.2.	COSTOS Y PRESUPUESTO	25
2.3.3.	TRÁFICO	26
2.3.4.	ESTÉTICA	26
2.3.5.	TRANSITABILIDAD	26
2.3.6.	NIVEL DE SERVICIO	26
2.3.7.	CALZADA	27
2.4.	HIPÓTESIS	28
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	28
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	29
2.5.	VARIABLES	29
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	29
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE	29
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	30
CAPÍTULO III		31
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		31
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	31

3.1.1.	ENFOQUE.....	31
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	31
3.1.3.	DISEÑO.....	31
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.2.1.	POBLACIÓN	32
3.2.2.	MUESTRA.....	32
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
CAPÍTULO IV.....		34
RESULTADOS		34
4.1.	RESULTADOS DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	34
4.2.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	40
4.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS	45
4.4.	ESTUDIO DE TRÁFICO	55
4.5.	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	68
4.6.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	80
4.6.1.	PARA LA HIPÓTESIS GENERAL.....	80
4.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	80
4.6.3.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	81
4.6.4.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	81
CAPÍTULO V.....		83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		83
CONCLUSIONES		86
RECOMENDACIONES.....		88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		89
ANEXOS.....		92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño de vías.....	21
Tabla 2 Clasificación de suelos según su tamaño de partículas.	23
Tabla 3 Ubicación Política.....	34
Tabla 4 Cuadro resumen de los valores de coordenadas de la poligonal principal de apoyo.....	37
Tabla 5 Datos de campo BMs	38
Tabla 6 Resultados de estudio de mecánica de suelos	43
Tabla 7 Clasificación de suelos SUCS	47
Tabla 8 Clasificación de suelos SUCS – sector 2	50
Tabla 9 Clasificación de suelos AASHTO– sector 2.....	51
Tabla 10 Resumen de ensayos ejecutados	52
Tabla 11 Comparación de los valores de CBR obtenidos en campo y los CBR teóricos por la clasificación tipo AASHTO	54
Tabla 12 Estaciones de conteo vehicular	55
Tabla 13 Índice Medio Diario Anual, Estación E-1.....	57
Tabla 14 Índice Medio Diario Anual Estación E-4: Tramo Iv: Yanahuanca-Uspachaca.....	58
Tabla 15 Índice Medio Diario Anual Estación E-5 Tramo Vii: Cayna - Ambo	59
Tabla 16 Proyecciones De Tráfico Normal - Sector: Oyon-Uchucchacua	61
Tabla 17 Proyecciones de Tráfico Normal Sector: Uspachaca Parcoy	62
Tabla 18 Tráfico total Sector: Uspachaca-Parcoy	63
Tabla 19 Tráfico total Sector: Caynas - Ambo	64
Tabla 20 Proyecciones del Tráfico EE (Pavimento Flexible)	66
Tabla 21 Proyecciones Del Tráfico EE EE (Pavimento Flexible).....	67
Tabla 22 Sectores de Mejoramiento identificados en el trazo principal Del Km 180+000 al Km 230+100 (Solución convencional).....	69
Tabla 23 Sectores de mejoramiento identificados en el tramo del Km 181+000 al km 230+000 (Solución convencional)	72
Tabla 24 Sectores de Mejoramiento, usando criterio de Baja Capacidad de Soporte Método AASHTO 93.....	74
Tabla 25 Espesor mínimo (pulgadas).....	78

Tabla 26 Estructura del pavimento en una sola etapa - Diseño a 10 y 20 años Alternativa en mezcla asfáltica en caliente (MAC) - Trazo principal.....	79
Tabla 27 Matriz de consistencia.....	94
Tabla 28 Instrumento 1: Levantamiento topográfico.....	97
Tabla 29 Instrumento 2: Estudio de mecánica de suelos.....	98
Tabla 30 Instrumento 3: Diseño Geométrico.....	99
Tabla 31 Instrumento 4: Análisis de tráfico.....	100
Tabla 32 Instrumento 5: Diseño de pavimento flexible.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del pavimento flexible.	24
Figura 2 Técnicas e instrumentos de la investigación.....	32
Figura 3 Proceso de la investigación.	33
Figura 4 Análisis de la información.	33
Figura 5 Red de poligonal de apoyo.	37
Figura 6 Ubicación de las estaciones de conteo vehicular	56

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación actual consiste en desarrollar una infraestructura vial que mejore de manera eficiente y óptima la transitabilidad vehicular en el Tramo II de la carretera Oyón – Ambo para el año 2023. En la actualidad, la estructura del pavimento muestra condiciones críticas, con tramos con pavimento muy deteriorado y otros que carecen completamente de una capa de pavimento debido al alto tránsito vehicular, lo que genera condiciones de riesgo significativas para la circulación en esta sección de la carretera Ambo – Oyon. Los estudios de topografía y mecánica de suelos realizados han permitido identificar los tramos más críticos en cuanto a su trazado y la capacidad de soporte de la subrasante del proyecto. En esta investigación de tesis se empleó un enfoque descriptivo no experimental de tipo básico con un enfoque cuantitativo. Durante el trabajo de campo, se llevó a cabo un levantamiento topográfico de la vía en estudio, lo que permitió determinar que presenta un relieve escarpado. En el estudio de mecánica de suelos, la vía fue clasificada en tres categorías para comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, revelando una plasticidad baja y valores de CBR al 95% de su máxima densidad seca que oscilan entre 20.2% y 25.8% para suelos tipo A-1-a (0), entre 20.8% y 25.3% para suelos tipo A-1-b (0), entre 9.4% y 47.7% para suelos tipo A-2-4(0), y un valor de 10.9% para suelos tipo A-2-5(0). Del análisis de tráfico se obtuvo un IMDA de 308 vehículos/día, con un 80.52% de vehículos ligeros, 1.95% de ómnibus y un 17.53% de vehículos pesados. Mediante la aplicación de la metodología AASHTO 93, se diseñó un pavimento flexible en caliente (MAC), determinando espesores de 10, 15 y 15 para la capa de rodadura, base y sub-base respectivamente en el sector 1 del tramo II. Para los sectores 2 a 4, se establecieron espesores de 9, 15 y 20 para la carpeta asfáltica, base y sub-base respectivamente, considerando un periodo de diseño de 20 años.

PALABRAS CLAVE: IMDa, Infraestructura Vial, ESAL, Topografía, CBR, Diseño estructural del pavimento.

ABSTRACT

The main objective of the current research is to design the road infrastructure to improve vehicular traffic in an efficient and optimal manner in Section II of the Oyón – Ambo highway, 2023. Currently, the pavement structure presents very critical conditions due to sections with pavement. very deteriorated and sections that lack a layer of pavement due to the high traffic that creates very critical conditions and high risk of vehicular traffic on this section of the Ambo – Oyon highway. The studies carried out in topography and soil mechanics have made it possible to identify the critical sections in terms of the layout and support capacity of the project's subgrade. In this thesis research, a non-experimental descriptive type design was used, a basic type with a quantitative approach. The field work involved a topographical survey of the road under study, allowing us to catalog that it has a steep relief type. In the soil mechanics study, the road was classified into three classes to understand the physical and mechanical properties of the soil. It turned out in low plasticity and CBR values have been obtained at 95% of its maximum dry density, for which values between 20.2% to 25.8% were obtained for soils type A-1-a(0), from 20.8% to 25.3% for soils type A-1-b(0), from 9.4% to 47.7% for soils type A-2-4(0); while for soil type A-2-5(0) a value of 10.9% was obtained. From this traffic study, IMDA obtained 308 veh/day, 80.52% light vehicles, 1.95% buses and 17.53% heavy vehicles. With the application of the AASHTO 93 methodology, a hot flexible pavement (MAC) has been designed, the thicknesses for section II under study in sector 1, 10, 15 and 15 have been obtained as results for the wearing layer, base and subbase respectively. For sectors 2 to 4, thicknesses of 9.15 20 have been obtained for the asphalt layer, base, and subbase respectively, for a design period of 20 years.

KEY WORDS: IMDa, Road Infrastructure, ESAL, Topography, CBR, Pavement structural desig.

INTRODUCCIÓN

El diseño eficiente de la infraestructura vial es fundamental para el desarrollo y mantenimiento de las redes de transporte, las cuales son esenciales para la dinámica económica y la movilidad de una región. La Carretera Oyón – Ambo es una vía estratégica que conecta importantes zonas productivas y centros poblados; sin embargo, el Tramo II de esta carretera ha presentado deficiencias en cuanto a su capacidad y seguridad, lo que ha generado la necesidad de una intervención técnica.

La presente tesis, titulada "Diseño de Infraestructura Vial para el Mejoramiento de la Transitabilidad del Tramo II de la Carretera Oyón – Ambo, 2023", tiene como objetivo principal desarrollar un diseño de infraestructura que responda de manera eficiente y eficaz a las necesidades de tránsito actuales y proyectadas, asegurando una adecuada calidad y seguridad en la vía.

La metodología aplicada comprende una evaluación rigurosa de las condiciones actuales del tramo, incluyendo un análisis de capacidad y demanda vehicular, estudios geotécnicos y topográficos, y un diagnóstico de los puntos críticos que afectan la transitabilidad. A partir de esta evaluación, se identificarán y diseñarán soluciones técnicas que aborden los problemas detectados, siguiendo normativas vigentes y criterios de sostenibilidad con el fin de mejorar el flujo vehicular y seguridad.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de la infraestructura vial es de suma importancia por su aporte económico y social (Hinostraza et al., 2021). Las carreteras son de vital importancia porque promueven el desarrollo de las ciudades dado que conectan regiones y promueven el crecimiento de la infraestructura vial (Siahaya et al., 2023). En la última década la construcción de carreteras ha avanzado de manera significativa, sin embargo, en Nepal las obras no se rigen en por las propiedades geotécnicas del lugar donde se realizará el proyecto (Paudyal et al., 2023).

Las carreteras son vitales para conectar pueblos, ciudades y regiones, facilitando el transporte de productos y personas. Su importancia radica en asegurar la unión y comunicación entre comunidades, permitiendo el desarrollo económico y social. Por ello, es crucial priorizar la comodidad de conductores y pobladores, garantizando su desplazamiento eficaz, incluso en situaciones de emergencia.

Las carreteras de acceso público en los EE.UU. tienen una extensión aproximada de 6.60 millones de kilómetros y las carreteras de tipo rurales tienen una longitud de 4.67 millones de kilómetros (Hossain & Tutumluer, 2019). En algunas situaciones estas carreteras se encuentran en estado crítico por lo que es necesario tomar acciones que garanticen a las comunidades el transporte de manera segura, por ello en Idaho se trata de identificar las carreteras no pavimentadas (Ibrahim et al., 2020). En el país de Polonia casi en la totalidad de sus carreteras se encuentran en estado natural en este momento y la capacidad portante son muy bajos (Grajewski, 2022).

En Sudáfrica, durante la última década, los municipios del distrito de Vhembe han experimentado una carencia de apoyo logístico para el mantenimiento vial, lo que ha generado un aumento en los retrasos en las

reparaciones. Estudios recientes revelan que la falta de mantenimiento adecuado en las carreteras conduce a la formación de baches, convirtiéndolos en una de las principales causas de accidentes de tránsito y daños a los vehículos (Bikam, 2019).

Últimamente se está implementando nuevas tecnologías para la gestión de carreteras de manera inteligente en las vías públicas (Visser et al., 2019). El aumento de vehículos en las carreteras a hecho que se monitore el estado en que se encuentran las superficies de las carreteras ya que dicho aumento provoca daños y sobrecargas en las carreteras (Shtayat et al., 2020).

Por lo que tener las vías en buen estado es algo primordial que debe cumplir cualquier gobierno municipal (Yang et al., 2023), por ello las carreteras debe tener un diseño infraestructural óptimo y adaptarse al dinamismo de las áreas urbanas futuras (Martani et al., 2022). En área local se evidencia un incremento importante del tránsito en la vía que va de Oyon a Cerro de Pasco, y hacia Huánuco, por ser una vía alterna a la carretera central, por ello, las malas condiciones de estas vías y el deficiente diseño geométrico de la vía para la demanda que presenta, y con ello estas vías son de altos índices de accidentabilidad. Es así como en esta investigación se desea planificar las infraestructuras viarias para facilitar los desplazamientos en vehículos de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye el diseño infraestructural vial en la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón – Ambo, 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón – Ambo, 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los estudios básicos de ingeniería (topografía y estudio de mecánica de suelos del Tramo II de la carretera Oyón - Ambo).
- Realizar el estudio de tráfico del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.
- Realizar el diseño estructural del pavimento del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación busca conocer a través de bases teóricas y conceptos de diseño infraestructural vial los parámetros técnicos para dicho diseño por lo que servirá como aporte a futuras investigaciones, para que referencien las teorías encontradas en dicha investigación.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Este estudio busca mejorar la accesibilidad y la calidad de vida en los centros poblados mencionados, beneficiando tanto a peatones como a automovilistas. Se busca crear un espacio vial más cómodo y seguro para todos los usuarios.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Los métodos utilizados en la investigación están definidos por la normativas y reglamentos nacionales, que se utilizan para determinar los parámetros adecuados para las investigaciones y análisis, y que permiten mejorar el diseño de carreteras y la seguridad

en la calzada de Oyon-Ambo. Con base en los estudios de investigación que se realizarán, se desarrollará una propuesta para mejorar el acceso y transitabilidad vehicular que requiere el área de estudio y proporcionar a los usuarios una mejor calidad de vida al mismo tiempo.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Escasez de laboratorios para la ejecución de los ensayos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es viable debido a que existe diversas investigaciones que pueden servir como antecedentes y guía para realizar y analizar este estudio. En cuanto al espacio se encuentra disponible la zona de estudio para aplicar ensayos y analizar los resultados. En el ámbito social la investigación aporta información a la población y a las empresas para realizar proyectos de infraestructura vial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Maila (2020) en su tesis pretendía mejorar la condición social de la zona mediante el diseño de las infraestructuras subyacentes y proporcionar al mismo tiempo seguridad a la población local, utilizando la Metodología de aplicación de la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador y de la normativa de 1993 de la Asociación Estadounidense de funcionarios de Carreteras y Transporte. Los resultados sugirieron que un mejor diseño de las infraestructuras viarias mejorar radicalmente la condición de vida de las personas.

Aldean (2019) en su tesis de tuvo el objetivo de satisfacer las necesidades del tránsito peatonal y vehicular mediante el diseño infraestructural vial bajo la normativa AASHTO, la metodología será la que implanta el AASHTO, que sigue una secuencia lógica en su diseño; como resultado, fue posible determinar el tipo de pavimento flexible y expansivo que mejor se adaptaría a las necesidades de sus usuarios; esto, a su vez, se dio cuenta de que la región de la Parroquia la Villegas es económicamente activa, como lo demuestran la verificación de la ubicación, las tablas de recolección de datos y los estudios locales. Como resultado, se evidencia que el estado actual de las carreteras que componen el casco urbano de Parroquia la Villegas es peligroso, con un 70% de las calles que necesitan una mejora de la sub-base y un 30% que no necesitan ningún tipo de este tipo de mejoramiento, según lo determinaron resultados de un levantamiento topográfico de la zona que ha contribuido a determinar la evolución de este proyecto.

Becerril y Miranda (2019) en su tesis propone aprender la metodología de los pavimentos flexibles utilizados en proyectos de mejora de autopistas. Como resultado de la experimentación, la estructura flexible del pavimento ha demostrado satisfacer eficazmente las necesidades de los usuarios en movimiento. a diario por un vial de la infraestructura, lo que nos lleva a la siguiente conclusión: Unas normas de construcción adecuadas que respeten todas las directrices del proyecto, procedimientos y dirección pueden proporcionar servicios de alta calidad para un proyecto de construcción.

Callisaya (2019) en su tesis el cual tuvo como finalidad, Conseguir una compactación óptima de la subbase para proporcionar un pavimento lo más duradero posible una vez colocadas las capas finales es un paso crucial en los trabajos de construcción de carreteras que lleva a cabo la Dirección de Carreteras y Mantenimiento del Gobierno. Planificar y analizar el número adecuado de pasadas puede ahorrar costes, crear la mejor compactación, aumentar la resistencia del material y alargar la vida útil del pavimento. Las pruebas son cruciales para obtener el máximo rendimiento y elegir la herramienta adecuada para la colocación de los materiales que crearán la base y la subbase de la acera, ya que su eficacia depende de los tipos de componentes que deben gestionar.

García y Parrado (2019) en su investigación tuvo por finalidad, desarrollar una Propuesta Geométrica de Diseño Vial en una Zona del Borde Occidental de Bogotá para Mejorar la Movilidad Utilizando la Metodología sin retoques, Los resultados indican que el diseño vial revisado propuesto para los Municipios de Funza y Mosquera es una solución eficaz, y se extrae como conclusión: los conductores de la zona tienden a mostrar patrones similares de comportamiento a diferentes velocidades, lo que motiva el desarrollo de un diseño para vehículos que viajan a velocidades entre 120 y 100 km/h.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ccasani (2021) en su investigación tuvo por objetivo realizar la mejora de la transitabilidad mediante el diseño de la infraestructura vial del C.P Santa María Alta- Nuevo Imperial – Cañete. En cuanto a su método de investigación, su informe es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y de diseño no experimental, como instrumentos para recolectar información de la muestra conformada por la totalidad de la vía mencionada, utilizaron fichas de campo y laboratorio. Los resultados mostraron que el IMDA es de 134 vehículos y precariedad media. Respecto al diseño, la carpeta asfáltica tuvo un espesor de 6.35 cm, tanto la sub-base granular como la base granular fueron de 15 cm; además, la berma central fue de 1.6 m, y las veredas de 2 m de ancho. La conclusión de la investigación acepta la hipótesis alterna, que la accesibilidad en el traslado de los pobladores del lugar en cuestión mejorará con la propuesta de diseño realizada.

Santiago (2022) abordó su investigación con el fin de mejorar la transitabilidad del espacio urbano del Puente Huallaga y de las vías adyacentes mediante el nuevo diseño de la infraestructura vial. La investigación tiene un planteamiento cuantitativo, de alcance descriptivo y de diseño no experimental, las fichas de observación fueron los instrumentos para la recolección de datos. Los resultados revelaron diferencias entre lo actual y con la propuesta de diseño, ya que se obtuvo en promedio, un aumento de 0.2% de la capacidad lo cual hizo que, en promedio, se redujera en un 7% la demora del nivel de servicio; además, respecto a la seguridad vial, esta aumentó en promedio un 60% respecto al clasificador de estrellas. La conclusión de la investigación es que el diseño realizado optimiza la accesibilidad vehicular y de los transeúntes en la zona que será objeto de estudio.

Llance et al. (2019) abordó una investigación que tuvo como finalidad de que bajo el código nacional de construcción Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos y la Guía AASHTO 93, se determine que un pavimento flexible de carpeta asfáltica de 6 centímetros de espesor

provee los requerimientos del área a través de los estudios realizados. Los resultados del estudio sugieren que la zona es una buena candidata para la instalación de pavimento flexible debido a la proximidad de la zona a canteras adecuadas, así como todos y cada uno de los suministros y equipos relacionados con el trabajo. Además, el punto medio de fricción entre la base y el suelo tiene un CBR del 34%, lo que garantiza una resistencia eficaz a las cargas verticales.

Chuna (2019) elaboró una investigación planteo como objetivo diseñar una carretera que ayude a mejorar el acceso de vehículos y de peatones utilizando una metodología representativa basada en fichas de recopilación de información, parámetros de diseño predeterminados por la ASSTHO 93, consideraciones de las Normas de Pavimentos C.E. 0.10 y ensayos de límite de consistencia, CBR, clasificación SUCS y Proctor modificado. En el área Urbana de Santa Rosa en el Municipio de Ventanilla se registraron conteos de tráfico promedio diario y semanal de 219 vehículos. Con base en estas cifras y otras consideraciones, se calculó un ESAL de 2,959,712.74, y luego se utilizó la Especificación de Diseño de Pavimento Flexible AASHTO 93 para determinar las profundidades del pavimento (subbase 4", base granular de 6") y la geometría general.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Se realizó la búsqueda exhaustiva de antecedentes locales usando múltiples fuentes, como bases de datos académicas y la revisión de repositorios institucionales de Universidades de nuestra región. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, no se hallaron estudios previos relacionados con el tema en el contexto local.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

De acuerdo con Morales & Vásquez (2020), en su investigación, se establece que la infraestructura vial comprende una serie de componentes destinados a facilitar el desplazamiento de

vehículos de manera segura y cómoda desde un punto específico hacia otro. Esta infraestructura se divide en dos categorías principales: vías urbanas e interurbanas.

Tabla 1

Diseño de vías

TIPOS DE VIAS	Usos Especiales	Industrial	Comercial	Vivienda		
Vías Locales Secundarias						
Pistas o Calzadas	Dos módulos de 3.00 m	Dos módulos de 3.60 m	Dos módulos de 3.00 m	Dos módulos de 2.70 m		
Estacionamiento	5.40 m - 2.20 m	3.00 m	5.40 m	1.80 m		
Acera o Veredas	2.40 m - 1.80 m	1.80 m	2.40 m	1.20 m		
Vías Locales Principales						
Pistas o Calzadas	Sin Separador dos módulos de 3.30 m - 3.60 m	Sin Separador dos módulos de 3.60 m	Sin Separador dos módulos de 3.60 m	Con Separador Central 2 módulos a cada lado del Separador	Sin Separador Central dos módulos de	
	Con Separador	Central: dos módulos o Lados		3.30 m	3.00 m	3.60 m
Estacionamiento	6.00 - 3.00 m	3.00 m	6.00 - 3.00 m	3.00 m	2.40 m	2.40 m
Acera o Veredas	3.00 m	2.40 m	3.00 m	3.00 m	2.40 m	1.80 m

2.2.2. TOPOGRAFÍA

Así mismo la teoría de Topografía, Morales & Vásquez (2020), en su tesis mencionan que es una disciplina que se realiza mediciones y trazos para luego simbolizar en un plano todo el elemento existente sobre el área, por otra parte, va a permitir modificar las formas y medidas de las constituciones que se presentan detalladas en la planimetría. Además, cuando nos referimos al levantamiento topográfico hablamos de todos los procedimientos de medición que se realizan en un área determinada de estudio para luego poder ser materializado en un plano.

Una serie de tareas realizadas sobre el terreno con el uso de las herramientas y el equipo destinados a tal fin, con el objetivo final de producir una idea gráfica sobre un mapa que muestre las múltiples formas y características del terreno (Ccasani, 2021).

- **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Conjunto de procedimientos que deben llevarse a cabo para retratar con precisión el paisaje. Incluye tanto el trabajo realizado en el campo (recogida de datos sobre el terreno) como el trabajo de oficina (representación matemática y gráfica del terreno mediante mapas) (Ccasani, 2021).

- **SECCIONES TRANSVERSALES**

El principio básico implica la elaboración minuciosa de un plano que represente verticalmente los elementos relevantes de una vía, dispuestos de manera perpendicular a la dirección horizontal de la misma. Esta representación detallada permite definir con precisión la capacidad y las dimensiones de cada elemento en puntos estratégicos a lo largo de la vía, así como su relación con el terreno natural circundante. La sección transversal de la calzada varía gradualmente de un extremo a otro, reflejando la manera en que se han integrado sus componentes. Estas dimensiones y relaciones están determinadas por las funciones de los elementos, las características del terreno y el trazado de la vía. (Ccasani, 2021).

2.2.3. MECÁNICA DE SUELOS

La teoría de Suelos, Canteras y Fuentes de Agua subraya la importancia de los informes sobre la mecánica de suelos, los cuales abarcan trabajos de gabinete y de campo. Estos informes recopilan datos sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos, representados en gráficas que detallan el tipo de suelo, el nivel de la capa freática y la distribución de los estratos. Esta información es esencial para que la ingeniería civil pueda clasificar los suelos en dos categorías principales: rocas y suelos. Mientras las rocas están compuestas por minerales con cohesión, los suelos consisten en partículas minerales sin esta propiedad (Morales & Vásquez, 2020).

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Clasificación por diámetros de los agregados de suelo, los mismos que se van a extraer de muestras de investigación a través de un proceso meticuroso de selección cuyo objetivo es medir las partículas constitutivas y clasificarlos según su tamaño (Ccasani, 2021).

Tabla 2

Clasificación de suelos según su tamaño de partículas

Tamaño de Partículas		Tipo de Material
Material Fino	Arcilla	menor a 0.005 mm
	Limo	0.005 - 0.075 mm
Arena	Arena Fina	0.075 - 0.425 mm
	Arena Media	0.425 - 2.00 mm
	Arena Gruesa	2.00 - 4.75 mm
Grava		4.75 - 75mm

- **LÍMITES DE ATTERBERG**

El límite plástico es el contenido culminante de agua admisible para un comportamiento estándar del material. El límite líquido de un material es la mayor concentración de agua que puede tolerar conservando su plasticidad. Cuando un material se encuentra en estado plástico, su índice de elasticidad es el intervalo de tamaños a través del cual su contenido de agua se expresa como masa de suelo seco en porcentaje (Ccasani, 2021).

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Como medida de la amplitud de los suelos para acumular la saturación, también se suele utilizar el contenido de agua (Ccasani, 2021).

- **CBR**

Es una prueba de penetración que va a permitir verificar las propiedades mecánicas del suelo y para poder hallar la capacidad

portante tras la compactación, buscando elementos como terraplenes, explanadas y capas firmes (Ccasani, 2021).

2.2.4. DISEÑO DE PAVIMENTO

El grosor de cada una de las capas de acera es clave para garantizar que el material pueda soportar su carga durante el tiempo necesario (Ccasani, 2021).

- **DISEÑO GEOMÉTRICO**

Según la teoría de Diseño Geométrico del MTC (2018), el diseño y cálculo geométrico de obras viales es una etapa fundamental en el proyecto de infraestructura vial. Esta fase reviste gran importancia, ya que es en esta sección donde se define la forma y las características de los elementos de la carretera. El objetivo primordial es garantizar que el diseño sea económico, respetuoso con el medio ambiente y, sobre todo, seguro para los usuarios (Morales & Vásquez, 2020).

- **DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Se distinguen por una capa superior flexible cubierta por un revestimiento asfáltico amorfo aislante. Cuyo armazón rígido se aplana o dobla en respuesta a las tensiones ejercidas por el paso de las cargas. En las zonas de tráfico intenso, este tipo de pavimento es más frecuente. El armazón del pavimento flexible consiste en una superficie asfáltica apoyada sobre bases de áridos de baja densidad (Base, Subbase, Asfalto y, podría ser, Subrasante Mejorado o Material Conforme) que descansan sobre un terreno natural o subrasante (Ccasani, 2021).

Figura 1
Estructura del pavimento flexible



2.2.5. MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD

- **ÍNDICE MEDIO DIARIO**

Es una estimación matemática de la media diaria de vehículos que atraviesan una determinada zona de estudio durante un periodo anual, previsible o determinado.

$$IMDA = IMDS \times FC$$

Donde:

FC: Factor de corrección estacional

IMDS: Índice Medio Diario Anual

- **VOLUMEN DE TRÁNSITO PEATONAL**

Constituye la dimensión de mayor número y valor posible de personas que pasan por una determinada sección o intersección de una determinada infraestructura de telecomunicaciones en un momento dado.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. IMPACTO AMBIENTAL

La existencia del asfalto ocasiona una perturbación en los ecosistemas al modificar sus condiciones naturales. La presencia de componentes del asfalto contamina tanto el suelo como el aire, y junto con la contaminación derivada del proceso de fabricación y aplicación utilizando maquinaria, representa una amenaza para el equilibrio medioambiental.

2.3.2. COSTOS Y PRESUPUESTO

CAPECO (2014) enfatiza la importancia de realizar cotizaciones actualizadas para asegurar que los precios del proyecto se ajusten a la realidad del mercado actual. Esto permite un análisis detallado de los costos unitarios, resultando en un presupuesto más preciso y ajustado a las condiciones económicas del momento.

2.3.3. TRÁFICO

Considerando la cantidad y características del tráfico que la vía debe soportar, junto con el estado técnico, tipo, distribución y horario de los vehículos, es viable establecer la sección transversal óptima. Esto implica determinar aspectos como la pendiente, el radio de curvatura, la visibilidad y otros elementos esenciales para asegurar un diseño adecuado y seguro de la vía.

2.3.4. ESTÉTICA

Este elemento se enfoca en mejorar la comodidad del conductor mientras conduce. La correcta gestión de pendientes y la inclusión de vegetación como pasto y arbustos añaden valor estético al paisaje. La estética funcional es crucial para promover la seguridad vial al mantener la atención del conductor mediante cambios en la posición y perfil de la carretera para preservar elementos naturales como árboles. Esto evita la monotonía visual y facilita el mantenimiento, reduciendo así los costos. En términos de gestión del tráfico, destacar las ventajas de rutas individuales en diferentes niveles es esencial.

2.3.5. TRANSITABILIDAD

El MTC (2018), en su glosario de palabras, describe a la transitabilidad como aquel nivel de prestación correspondiente a la infraestructura vial que garantiza cualquier circunstancia que se presente en el proceso de infraestructura permitiendo un mediano flujo de vehículos en un intervalo determinado.

2.3.6. NIVEL DE SERVICIO

Los niveles de servicio se definen como indicadores que evalúan y determinan el estado de funcionamiento de una carretera. Sirven como límites que establecen hasta dónde las carreteras pueden cumplir con su función en términos de su superficie, estructura y seguridad. Estos niveles son específicos para cada vía y

varían dependiendo de factores económicos y técnicos, considerando la satisfacción del usuario y la eficiencia en el uso de recursos.

Es esencial garantizar que el volumen de tráfico en una carretera sea menor que su capacidad, para asegurar un nivel de servicio seguro y óptimo para los usuarios. Para evaluar esto, el Transportation Research Board ha desarrollado un método que establece cuatro niveles de servicio (A, B, C, D, E, F), cada uno ofreciendo condiciones específicas para la operación vial. Esta clasificación se basa en la determinación de la Velocidad de Operación permitida y la densidad del tráfico en una carretera determinada.

Estos niveles representan una jerarquía de volúmenes mínimos para el servicio de tráfico, donde los niveles superiores permiten una velocidad de operación más alta en comparación con los niveles inferiores. Un nivel de servicio específico se alcanza cuando la velocidad de operación aumenta hasta alcanzar el máximo establecido para el nivel superior, al mismo tiempo que el volumen de tráfico disminuye. Sin embargo, si se observa un aumento en el volumen de tráfico y una reducción en la velocidad, se deben considerar los requisitos del nivel de servicio inferior.

2.3.7. CALZADA

La vía se destina al tráfico vehicular, así como ocasionalmente a peatones y animales. La porción de la calle que se encuentra entre dos aceras, también conocida como aceras, constituye la calzada. Por lo tanto, es preciso afirmar que las carreteras son principalmente para el tránsito de vehículos, mientras que las aceras son espacios diseñados para el desplazamiento de peatones.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) es una entidad gubernamental cuyo propósito es establecer una distribución territorial coherente en relación con los recursos, la producción, los mercados y los centros poblacionales, a través de la

regulación, promoción, ejecución y supervisión del tráfico y la infraestructura de comunicaciones.

CBR: California Bearing Ratio (CBR) es una evaluación de penetración empleada para analizar las propiedades mecánicas del suelo.

AASHTO: Es la entidad que establece estándares, especificaciones, procedimientos de prueba y orientaciones para el diseño de carreteras.

IMDa: El Índice Medio Diario Anual (IMDa) representa un valor numérico estimado del tráfico vehicular en una sección específica de la red vial durante un año.

NTC: National Telecommunications Company (NTC) se refiere a las Nuevas Tecnologías de la Comunicación.

IPE: El Instituto Nacional de Economía (IPE) se dedica a fomentar el desarrollo sostenible del Perú mediante la mejora de su economía de mercado, concentrándose en la propuesta y discusión de políticas económicas y opciones para las reformas pendientes.

MTOP: El Ministerio de Transporte Público (MTOP) es la entidad gubernamental encargada de la planificación y desarrollo de la infraestructura pública para impulsar el progreso del país.

EMS: Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se utiliza para evaluar la resistencia del suelo, posibles deformaciones y su comportamiento mecánico, entre otros aspectos.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El diseño de la infraestructura vial mejora la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón - Ambo

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La topografía y el suelo es adecuado para realizar el diseño infraestructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

El estudio del tráfico permite el diseño de la infraestructura vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

La transitabilidad mejorará mediante el diseño estructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente siempre se encuentra afectada directamente por la variable independiente (Arispe et al., 2020), por lo que para la investigación la variable dependiente será el Mejoramiento de la transitabilidad

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente es la que causa y condiciona a de manera determinante a la variable dependiente (Arispe et al., 2020), es así como se determina la variable independiente de la investigación que será el Diseño de la infraestructura vial.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

VARIABLE DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
VI	Topografía	Levantamiento Topográfico	Observación y Revisión Documentaria	Ficha de observación y ficha de revisión documentaria
		Seccionamiento transversal		
	Mecánica de suelos	Análisis granulométrico		
		Límites de Atterberg		
		Contenido de humedad		
		CBR		
	Diseño de Pavimento	Diseño geométrico		
		Diseño de pavimento flexible		
VD	Estudio de Tráfico	Índice Medio Diario Anual		
		Índice Medio Diario Semanal		
		Volumen de tránsito Peatonal		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación tiene enfoque **cuantitativo** ya que organiza los procesos de forma secuencial y rigurosa con el objetivo final de confirmar una hipótesis (Arispe et al., 2020). Según Hernández et al. (2014) se indica el enfoque cuantitativo, cuando se emplee la recolección de datos para sustentar hipótesis, establecer pautas de conducta y probar teorías.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El alcance es **explicativo**, ya que tiene la finalidad de ayudar a explicar los fenómenos y circunstancias identificando las causas subyacentes hipótesis (Arispe et al., 2020). Trasciende más allá de simplemente describir conceptos o fenómenos, así como de establecer uniones entre ellos. En lugar de eso, el principal objeto es alcanzar la comprensión de las causas subyacentes de los fenómenos tanto físicos como sociales. Como lo indica su mismo nombre, su enfoque principal está orientado hacia la explicación del por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, así como hacia la comprensión de las razones por las cuales interactúan dos o más factores. (Hernández et al., 2014).

3.1.3. DISEÑO

El diseño es **no experimental** ya que las variables de estos diseños no se van a modificar, de forma tal que los fenómenos naturales puedan ser observados por inspección y analizarse por su naturaleza misma (Arispe et al., 2020). De acuerdo con Hernández et al. (2014) la investigación no experimental es una clase de varios

estudios cuantitativos, como estudios retrospectivos, encuestas de opinión, y prospectivos, etc.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población tiene una serie de características y existen en un lugar determinado, por lo que se dice que forman un conglomerado (Arispe et al., 2020), siendo así la población de esta investigación La red vial de la carretera Oyón – Ambo

3.2.2. MUESTRA

La muestra es una parte de la población de la cual se recogen datos (Arispe et al., 2020), por lo que la muestra de la investigación es El Tramo II de la red vial de la carretera Oyón – Ambo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para alcanzar los objetivos del estudio y poner a prueba la hipótesis, el investigador emprende una serie de acciones y actividades denominadas recogida de datos por lo que son esenciales las fuentes de datos, la estrategia de recogida y el plan de análisis. Los instrumentos se elaboran de forma pertinente, teniendo en cuenta los factores e indicadores relevantes, lo que permite utilizar la tecnología (Arispe et al., 2020). En la Figura se muestra las técnicas e instrumentos de la investigación.

Figura 2
Técnicas e instrumentos de la investigación



3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Figura 3
Proceso de la investigación

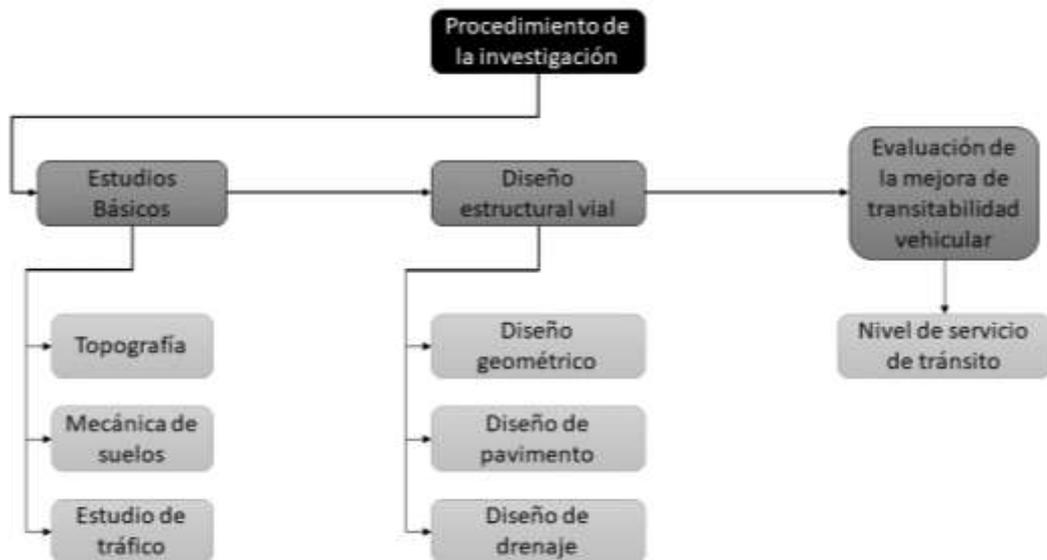


Figura 4
Análisis de la información



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.1.1. TOPOGRAFÍA

El estudio tiene en cuenta todas las proyecciones para que las estructuras a construir sean adecuadas al tipo de uso que se les dará, además de proporcionar datos para estudios hidráulicos, geofísicos y geotécnicos que aseguren la adecuada instalación y desempeño del pavimento y otros componentes del proyecto. Oyón - Ambo"; se ubica entre el km 134+978 y el km 280+964

UBICACIÓN DEL PROYECTO

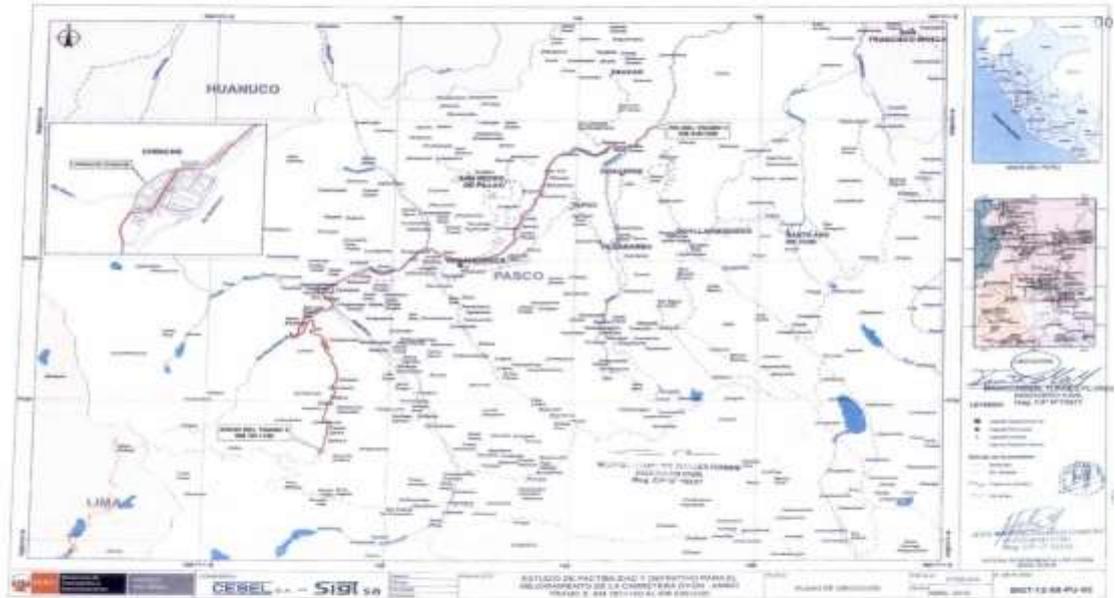
Ubicación Política:

La infraestructura vial se encuentra ubicado en:

Tabla 3
Ubicación Política

LOCALIDAD:	LOS CASTILLOS
DISTRITO:	YANAHUANCA, TAPUC Y CHACAYAN
PROVINCIA:	DANIEL ALCIDES CARRIÓN
REGIÓN:	PASCO

Ubicación Geográfica: La Ubicación geográfica presenta las siguientes características geográficas.



TRABAJO DE CAMPO

RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Inicialmente, se llevó a cabo una inspección del terreno con el fin de estructurar de manera eficaz las actividades de campo. Posteriormente, se desarrolló un plan de trabajo que establecía la metodología para adquirir los datos del terreno requeridos para el levantamiento topográfico. Por último, se ejecutó el levantamiento topográfico, recolectando los valores numéricos esenciales para la creación del plano topográfico.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Se empleó un sistema tridimensional de coordenadas (X, Y, Z) para la medición de distancias horizontales, alturas y variaciones de altitud. Este sistema se fundamentó en la utilización de cuatro puntos estratégicos ubicados en la poligonal base, los cuales fueron geolocalizados con un GPS Navegador y coordenadas UTM. Con el objetivo de garantizar la exactitud, se realizaron tres lecturas visuales para cada uno de estos puntos.

METODOLOGÍA EMPLEADA

La Metodología usada en este informe para el establecimiento del Control Horizontal Vertical. fue realizada por procedimientos Satelitales para las siguientes actividades de campo y gabinete:

- Reconocimiento de la zona de influencia del Estudio.
- Monumentación de Hitos (Estaciones de la Poligonal principal y BMs)
- Georreferenciación
- Establecimiento de la Poligonal Principal de apoyo
- Medición de BM

ESTABLECIMIENTO DE LA POLIGONAL PRINCIPAL DE APOYO

Con la finalidad de establecer el control Horizontal - Vertical para la ejecución de los levantamientos se conformó una Poligonal de apoyo compuesta por siete puntos de control los cuales fueron denominados:

- Vértice 1: GPS BM 135 A
- Vértice 2: GPS 1
- Vértice 3: GPS 2
- Vértice 4: GPS MASTER
- Vértice 5: GPS 3
- Vértice 6 GPS 4
- Vértice 7 GPS AMBO

Las determinaciones satelitales fueron realizadas simultáneamente y tuvieron una duración mínima de cuatro horas de rastreo. En el siguiente gráfico podemos visualizar la distribución y los enlaces de los puntos de la Poligonal principal.

Figura 5
Red de poligonal de apoyo

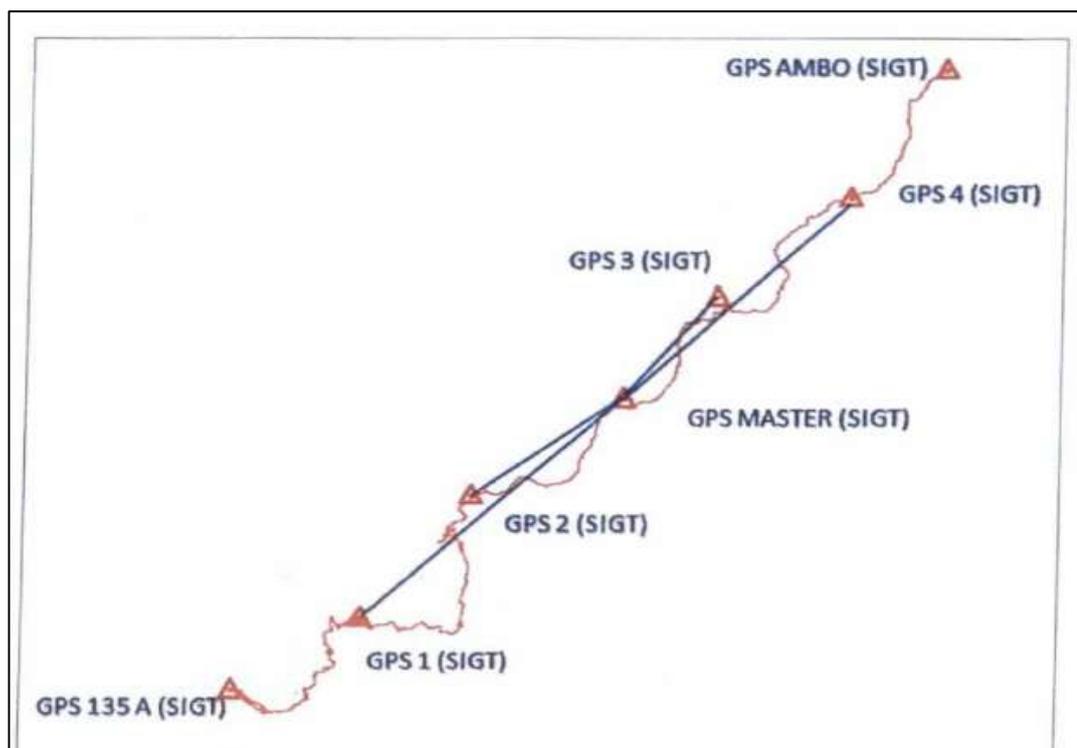


Tabla 4
Cuadro resumen de los valores de coordenadas de la poligonal principal de apoyo

DENOMINACION	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM			
	LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE	ALTURA ELIPSOIDAL	ELEVACION
GPS BM 135 A	10°40'36.35 400"S	76°45'29.875 64"W	8819 123.1 5942	307682. 1400	3633.017 7	3605.256 7
GPS 1	10°36'53.29 744"S	76°39'34.866 92"W	8826 126.7 366	318434. 4437	4586.632 9	4559.191 0
GPS 2	10°30'10.11 291"S	76°34'45.916 75"W	8838 559.9 649	327154. 6754	3493.436 5	3465.577 0
GPS MASTER	10°25'40.34 546"S	76°28'31.218 16"W	8846 903.2 811	338508. 7584	2928.849 7	2900.356 9
GPS 3	10°20'04.70 627"S	76°22'18.061 30"W	8857 265.5 256	349812. 4751	2585.368 2	2556.375 9
GPS 4	10°14'22.80 902"S	76°17'02.182 20"W	8867 806.3 201	359379. 2439	2262.523 2	2233.093 9
GPS AMBO	10°07'53.56 683"S	76°12'36.459 70"W	8879 796.9 220	367419. 8202	2118.684 0	2089.259 8

Tabla 5
Datos de campo BMs

PO LIG	ES TA CI ON	COORDENADAS UTM		Fact Escala	Fact Red mar	Fac tor co mb ina cio n	(t- T) Se o	Coordenadas Topográficas	
		Norte	S u r					Norte	E s t e
1	BM	8818872.50	307922.	1.0000	0.99943	0.9	-	881885	30790
	001	2	726	57	2	994	12.	9.673	5.068
2	BM	8818101.66	309485.	1.0000	0.99941	0.9	-	881808	30946
	007	0	307	49	7	994	12.	8.058	8.056
3	BM	8820017.53	306578.	1.0000	0.99943	0.9	-	882000	30656
	137	6	447	63	0	994	11.	5.368	0.281
4	BM	8818951.89	308617.	1.0000	0.99941	0.9	-	881893	30859
	140	1	335	53	0	994	12.	8.703	9.676
5	BM	8818766.89	312335.	1.0000	0.99937	0.9	-	881875	31231
	146	4	047	36	9	994	12.	2.699	8.729
6	BM	8820204.79	313190.	1.0000	0.99935	0.9	-	882019	31317
	151	3	576	32	5	993	11.	0.899	4.551
7	BM	8822308.10	314670.	1.0000	0.99932	0.9	-	882229	31465
	156	8	445	25	7	993	10.	4.803	5.088
8	BM	8823871.81	314861.	1.0000	0.99930	0.9	-	882385	31484
	160	4	118	24	1	993	10.	9.038	5.714
9	BM	8826970.98	315272.	1.0000	0.99929	0.9	-8.6	882695	31525
	165	1	247	22	1	993		9.782	7.227
10	8M	8826659.82	317778.	1.0000	0.99927	0.9	-8.7	882664	31776
	170 .5	8	293	11	5	992		8.066	4.497
11	BM	8826532.00	320629.	0.9999	0.99928	0.9	-8.7	882652	32061
	174	0	718	98	7	992		0.031	7.69

A										85
12	BM	8826338.44	324515.	0.9999	0.99927	009	-8.7	882632	32450	
	180	6	388	81	4	925		5.89	5.571	
						5				
13	BM	8826471.39	326458.	0.9999	009929	0.9	-8.6	882645	32644	
	185	1	176	73	8	992		8.992	9.71	
						71				
14	BM	8830674.80	327149.	0.9999	0.99933	0.9	-6.8	883066	32714	
	190	9	164	70	6	993		5.223	1.651	
						06				
15	BM	8833898.06	326618.	09999	0.99936	0.9	-5.5	883389	32661	
	195	3	270	72	0	993		0.566	0.779	
						32				
16	BM	8835647.20	325560.	0.9999	0.99939	0.9	-4.8	883564	32555	
	200	6	468	77	9	993		0.987	2.71	
						76				
17	BM	8836804.07	326831	0.9999	0.99944	0.9	-4.3	883679	32682	
	206	3	034	71	2	994		8.656	4.282	
						13				
18	BM	8839305.19	328385.	0.9999	0.99946	0.9	-3.2	883930	32837	
	210	1	319	64	3	994		1.143	9.599	
						27				
19	BM	8840647.51	332278.	00999	0.99948	0.9	-2.6	884064	33227	
	215	8	730	48	8	994		4A64	5.232	
						36				
20	BM	8841234.37	336498.	0.9999	0.99952	0.9	-2.3	884123	33649	
	220	2	375	31	1	994		1.327	7.222	
						52				
21	BM	8845694.74	338181.	09999	0.99954	0.9	-0.5	884569	33818	
	225	1	528	24	3	994		4.097	1.351	
						67				
22	BM	8847767.82	341357,	0.9999	0.99955	0.9	0.4	884776	34135	
	230	6	605	11	5	994		8.292	9.124	
						67				
23	BM	8850359.46	344710.	0.9998	0.99957	0.9	1.4	885036	34471	
	235	5	913	98	3	994		1.343	4.183	
						72				
24	BM	8854550.35	345139.	0.9998	0.99958	0.9	3.1	885455	34514	
	240	0	975	97	5	994		4.472	3.348	

25	BM	885667143	348223.	0.9998	0.99959	099	3.9	885667	34822
	245	0	407	85	2	947		6.776	8.352
								7	
26	BM	8857113.51	351651.	0.9998	0.99960	0.9	4.1	885711	35165
	250	1	430	72	7	994		9.156	8.157
								79	
27	BM	8859722.53	354371.	0.9998	0.99962	0.9	5.1	885972	35437
	255	4	155	62	8	994		9.617	9.114
								90	
28	BM	8863778.77	353907.	0.9998	0.99963	0.9	6.7	886378	35391
	260	8	897	64	9	995		7.976	5.28
								03	
29	BM	8866472.32	357342.	0.9998	0.99964	0.9	7.8	886648	35735
	265	5	848	52	7	994		3.164	1.862
								98	
30	BM	8868626.68	361393.	0.9998	0.99965	0.9	8.5	886863	36140
	270	6	551	38	5	994		8.939	4.562
								93	

Se han establecido una red de BMs que conforman la poligonal de apoyo para el levantamiento topográfico de la vía en estudio.

4.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Para analizar la mecánica de suelos necesarios para el proyecto, nos permitirá definir de acuerdo con los resultados de las exploraciones de las calicatas en campo para plantear el diseño de la ruta y la capa estructural del pavimento, en función al tipo de suelo de fundación que es la subrasante.

El presente informe de investigación tiene como objetivo poder evaluar en donde está la plataforma de la vía existente, para que se determinen las características físico-mecánicas del tipo de material que componen el suelo de fundación, definir el valor relativo de soporte con el fin de ver si se requiere algún tratamiento o estabilización de suelos.

- Realizar la inspección superficial, de la plataforma existente

- Realizar las exploraciones necesarias en campo de acuerdo a lo que establece el Manual de suelos y pavimentos del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.
- Definir el perfil estratigráfico de los suelos estudiados sobre la vía.
- Identificar los tipos de suelos caracterizándolos en función de las normas vigentes.
- Determinar el valor relativo de soporte del suelo de fundación de la vía, para definir el valor de soporte CBR o CBRs de diseño a usar para el diseño del pavimento.

ESTADO SUPERFICIAL DE LA VÍA

Las condiciones superficiales de la vía en estudio se encuentran en pésimas condiciones, que se puede ver en ciertos tramos la presencia de diferentes tipos de fallas como huecos, ahuellamientos, baches y otros. Es por eso por lo que, para que la vía cumpla su función de servicio debe realizarse un mantenimiento de emergencia. También, las condiciones actuales hacen que la vía hace que sea muy insegura puesto que genera altos índices de contaminación ambiental y altos índices de accidentes viales.

PROPIEDADES FÍSICAS

De acuerdo con las pruebas realizadas se describen y definen los objetivos para cada tipo de ensayo. Pues para las pruebas físicos se ajustan a los que identifican las propiedades para poder clasificarlos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

El estudio de la granulometría a los suelos nos da los resultados de la adjudicación de las partículas de una muestra de suelo según su tamaño. Para ello se hacen uso de tamices y el pesado del agregado para cada malla y según su diámetro, desde los diámetros mayores hasta la malla de diámetro N°200.

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (MTC E-108)

El porcentaje de agua hallada en la muestra evidenciará el contenido de humedad de esta, expresándola en valor de porcentaje con respecto a la cantidad de las partes secas. Hasta en cierto grado este valor es referente, porque está correlacionado a cambios en la atmosfera que pueden ir cambiando. Es así como se recomienda hacer los ensayos de contenido de humedad y seguido se inicien con los trabajos con esos resultados establecidos para que se eviten malos diseños al momento de calcular.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y POR EL MÉTODO AASHTO

Para la definición de cada tipo de superficie de acuerdo con la cantidad de sus partículas, es muy común que se encuentren juntamente en combinación de otros suelos.

Tabla 6

Resultados de estudio de mecánica de suelos

Calicat a	Ubicació n	Lad o	Muestr a	Profundida d	% de Material que pasa por Tamiz											Clasificación		
					% > 3"	3"	3/4"	3/8"	N°4	N°1 0	N°4 0	N°10 0	N°20 0	H N	L L	I. P	AASHT O	SUC S
C187	227+060	DER	M-01	0.00 - OAO	0.0	100.	67.	54.	45.	39.7	32.0	22.6	17.1	5.2	2	3	A-1-b(0)	GM
	227+060	DER	-	ROCA SANA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C186	227+310	DER	M-01	0.00 - 1.50	11.	100.	48.	34.	28.	21.9	18.0	18.9	18.3	3.5	2	8	A-1-b(0)	CC - GM
C189	227+505	DER	M•01	0.00 - 1.50	0.0	100.	60.	48.	35.	28.2	18.3	14.0	12.6	4.2	2	6	A-1-a(0)	GC - GM
C190	227+754	DER	M.01	0.80 - 0.70	0.0	100.	79.	64.	51.	44.9	34.0	27.7	25.5	10.	2	6	A-2-4(0)	CC - GM
	227+754	DER	M-02	0.70 - 1.50	0.0	100.	74.	59.	48.	39.7	29.9	24.2	22.2	8.1	2	6	A-1-b(0)	GC - GM
C191	228+014	DER	M-451	0.00 - 0.40	4.3	100.	81.	56.	44.	96.4	25.1	19.7	19.7	8.8	2	6	A-1-b(0)	GC - GM
	228+014	DER	M-02	0.40 - 1.60	0.0	100.	95.	85.	73.	66.1	56.0	51.3	50.3	9.1	2	6	A-4(0)	CL - ML
C192	228+318	IZQ	1401	0.00 - 1.50	12.1	100.	81.	70.	61.	50.1	33.9	26.5	23.5	8.4		1	A-24(0)	SC

C193	2213+666	IZO	M-01	0.20 - 1.50	2.5	100.	53.	36.	23	17.6	10.5	7.8	6.4	5.5	8	-	-
						0	8	6	3								
C194	228+809	IZQ	M-01	0.00 - 1.50	0.0	100.	53.	36.	23.	16.2	8.8	6.7	5.8	5.1	2	A-2-4(0)	GP -
						0	4	6	4						6		GC
C195	229+059	DER	14-01	0.00 - 0.20	0.0	100.	83.	88.	54.	43.3	28.2	20.9	18.3	2.1	1	A-1-b(0)	GM
						0	2	3	4						7		
	229+059	DER	1.4-02	0.20 - 1.50	8.4	100.	79.	60.	43.	33.1	20.9	16.4	14.1	5.7		424(0)	GC
						0	1	0	6								
C196	229+309	DER	14-01	0.00 - 1.50	10.	100.	70.	52.	39.	27.4	14.9	10.3	9.0	4.3	2	42-4(0)	GP -
					4	0	0	9	6						5		GC
C197	229+559	IZO	M-01	0.00 - 0.65	6.0	100.	48.	28.	18.	12.4	7.2	5.6	5.3	4.7	2	A-2-4(0)	GP -
						0	9	0	0						5		GC
	229+559	IZQ	-	Roca sana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C198	229+758	DER	M-01	0.00 - 0.20	11.	100.	69	54.	41.	31.9	21.0	17.1	15.6	7.1	2	A-2-4(0)	GC
					5	0	2	5	0						5		
	229/758	DER	M-02	0.20 - 1.50	4.6	100.	66.	51	37.	28.3	17.6	13.5	12.1	5.7	2	42-4(0)	GC
						0	5	2	3						5		

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Las exploraciones efectuadas corresponden al Sector que está en el km 181+100 y km 230+000. En toda la extensión de este Sector, la vía se desarrolla cruzando varias localidades, tipos de relieves y algunas formaciones geológicas; por esto se vio necesario dividir en sub-Sectores. Es así que un primer sub-Sector está constituido entre el km 181+100 al km 204+000, donde se encuentran las comunidades rurales de zcocancha, Huachus, Chocopata y San Juan Baños de Rabi, que corresponden a la parte alta; con características de relieve de trazo sinuoso, pendientes elevadas por sectores y zonas llanas minoritarias. Los suelos de fundación de este sub-Sector presenta estratos rocosos de origen volcánico intemperizadas y formaciones de calizas menos alteradas, entreveradas con suelos residuales, entre los que destacan secciones de material orgánico a nivel superficial y suelos arcillosos con concentraciones de humedades altas (bofedales) y zonas de filtraciones. También entre las localidades de Huachus, San Juan de Baños de Rabi y las proximidades a la localidad de Chinche, se han identificado sectores con estratos de lutitas y arcillas rojas, las cuales por la presencia de humedades y filtraciones han generado asentamientos y deslizamientos de la plataforma y los taludes.

A partir de la localidad de Chinche desde el km 204+000 al 230+000, que denominaremos en adelante segundo sub Sector, la vía se extiende a un flanco de la margen izquierda del río Chaupihuaranca, en cuyo desarrollo atraviesa las localidades Chinche, desvió a San Juan de Coyas, Tambochaca, desvió a la Ruinas de Huarautambo, Racri, Yanahuanca, Lucmapampa, desvió a Pillao, Michivilca, Uspacacha y desvió a Yacan y Paucar, En cada caso, con una sección reducida, por la presencia del río, además del valle estrecho y con abundantes cañones, con pendientes de regular

porcentaje y trazo poco accidentado. En este sub-Sector se han identificado a nivel de los suelos de fundación, presencia de formaciones de calizas macizas y fracturadas, así como esquistos meteorizados, estas últimas de consistencia frágil, en cada caso entreverado con estratos de suelos limos arcillosos y conglomerados depositados en las laderas del valle. Un aspecto que debe resaltarse en este sub-Sector, es la presencia de viviendas rústicas con estacionamiento de vehículos en la vía y falta de servicios básicos, las que, junto a las zonas con filtraciones y presencia de suelos arcillosos, han permitido identificar estratos débiles que requerirán de su eliminación y mejoramiento en la plataforma.

Es de resaltar que en el segundo sub-Sector se plantea la alternativa de la variante a la localidad de Chinche, variante que se desarrolla entre las progresivas km 204+820.00

SECTOR 1: DEL KM 181+100 AL KM 204+000.

La plataforma proyectada del primer sub-Sector está conformada por secciones en corte y secciones en relleno. El material encontrado en el suelo natural existente presenta estratos de matriz fina con presencia de bolonería de forma subangular con tamaños mayores a 3", para el cual la incidencia de bolonería fluctúa entre el 2.1% al 21%. Los suelos con tamaños menores a 3, en el sistema SUCS está compuesto por 22.3% de suelos finos, de los cuales están constituidos por: el 1.4% de arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH), 2.9%, de limos inorgánicos de alta plasticidad (MH), 16.6% de arcillas de baja a mediana plasticidad (CL) y 1.4% de limos inorgánicos de baja plasticidad (ML). El 23.0% están constituidos por arenas, de los cuales: el 15.1% son arenas arcillosas (SC), 7.2% son arenas limosas (SM) y 0.7% son arenas limo arcillosas (SC-SM). En el sistema AASHTO, el 43.2% están constituidos por suelos finos, donde el 10.8% están compuestos por suelos limosos A-4 y A-5, el 19.4% están compuesto por suelos arcillosos A-6 y el 13.0% por suelos arcillosos plásticas tipo A-7

En cuanto a los suelos granulares de este primer sub-Sector, en el sistema SUCS, está compuesto por un 54.7%. Los estratos superficiales de la plataforma y de las zonas de ensanche están constituidos mayoritariamente del material de afirmado existente. Los suelos granulares identificados en el sistema SUCS se distribuyen en: 38.1% de gravas arcillosas (GC), 5.8% de gravas limosas (GM) y 7.9% de gravas limo arcillosas (GC- GM); mientras que el 2.2% están constituidas por gravas arcillosas de pobre graduación (GP-GC) y 0.7% están constituidas por gravas limosas bien graduadas (GW-GM). En el sistema AASHTO, el 56.8% están constituidas por suelos granulares. de los cuales el 11.5% están compuestos por gravas y arenas del tipo A-1-a(0), A-1- b(0) y el 45.3% por gravas y arenas limo arcillosas del tipo A-2-4(0), A-2-6(0), A-2-6(1). A-2-7(0), A-2-7(1), A-2-7(2) y A-2-7(3)

Tabla 7
Clasificación de suelos SUCS

CLASIFICACION GENERAL	CLASIFICACIÓN SUCS	CANTIDAD	PORCENTAJE %	
Suelo Gravoso	GW - GM	1	0.7	54.7
	GP - GC	3	2.2	
	GM	8	5.8	
	GC	53	38.1	
	GC - GM	11	7.9	
Suelo Arenoso	SM	10	7.2	23.0
	SC	21	15.1	
	SC - SM	1	0.7	
Suelos linos finos arcillosos	CL	23	16.6	22.3
	ML	2	1.4	
	CH	2	1.4	

La distribución de las muestras de suelo muestra una predominancia de suelos gravosos, seguidos por suelos arenosos y finos arcillosos. Esto revela una diversidad de condiciones del terreno que deben considerarse en el diseño y construcción de proyectos de ingeniería civil. La presencia dominante de suelos gravosos y arenosos arcillosos sugiere buenas características para la

cimentación, mientras que la presencia significativa de suelos finos arcillosos requiere análisis detallado para abordar desafíos relacionados con la estabilidad, la permeabilidad y la expansividad. Este análisis de suelo proporciona una base crucial para la toma de decisiones informadas en la planificación de infraestructuras, garantizando estructuras seguras y duraderas.

Tabla 8
Clasificación de suelos AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	TIPO DE MATERIAL CARACTERÍSTICOS	CLASIFICACIÓN AASHTO	CANTIDAD PLATAFORMA	PORCENTAJE %
Materiales granulares		A-1 -a0)	5	11.5
	Gravas y arenas	A-1 -b((0)	11	
	Gravas y arenas	A-2-4(0)	33	45.3
	limo arcillosas	A-2-6(0)	21	
		42-6(1)	5	56.8
		42-7(0)	1	
		42-7(1)	1	
		A-2-7(2)	1	
		A-2-7(3)	1	
		A-4(0)	9	
		A-4(1)	2	
	Suelos limosos	A-4(2)	1	10.8
		A-5(0)	1	
		A-5(1)	2	
	Limos y arcillas		A-6(0)	1
		46(1)	1	
		46(2)	2	
		A-6(4)	5	
		46(5)	5	43.2
		A-6(6)	2	
		A-6(7)	4	
		A-6(9)	2	32.4
		A-6(11)	1	
Suelos arcillosos		A-6(15)	1	
	A-6(16)	1		
	46(17)	1		
	46(18)	1		
	A-7-5(1)	1		

A-7-5(2)	1			
A-7-5(5)	1			
A-7-5(7)	1			
A-7-5(11)	1			
A-7-5(22)	1			
A-7-5(22)	1			
A-74(6)	1			
A-74(9)	2			
A-7-6(10)	1			
A-7-6(11)	1			
A-7-6(15)	1			
A-7-6(21)	1			
A-7-6(22)	1			
A-7-6(24)	1			
TOTAL	139	100.0	100.0	0
		0	0	

SECTOR 2: DEL KM 204+000 AL KM 230+000

En el segundo sub-Sector, incluida la variante a la localidad de Chinche, el soporte del actual trayecto ha sido construida en secciones de corte y relleno, empleando materiales obtenidos de los mismos cortes de estos taludes. El suelo natural existente está constituido mayoritariamente de estratos de suelos con presencia de bolonería de forma subangular con tamaños mayores a 3", donde la incidencia de la bolonería fluctúa entre el 2% al 44.6%. Los suelos con tamaños menores a 3", en el sistema SUCS está compuesto por 5.1% de arcillas de baja a mediana plasticidad (CL) y 0.7% de gravas y limos inorgánicas de baja plasticidad (CL-ML), El 16.7% están constituidos por arenas, de los cuales: el 11.0% son arenas arcillosas (SC), 1.9% son arenas limosas (SM) y el 3.9% son arenas limos arcillosas (SC-SM).

En el sistema AASHTO, los suelos finos identificados están constituidos por un 16.6%, de los cuales los suelos limosos A-4 y A-5 corresponden a un 10.2%, mientras que los suelos arcillosos A-6 y A-7 se encuentran en el orden de 6.4%. En cuanto a los suelos granulares

identificados en este segundo sub Sector, de acuerdo al sistema SUCS, este está compuesto por el 77.4%; de los cuales están distribuidos en: 35.8% de gravas arcillosas (GC), 11.0% de gravas limosas (GM) y 16.8% de gravas limo arcillosas (GC-GM), mientras que el 7.1% están constituidas por gravas arcillosas de pobre graduación (GP-GC), 4.5% de gravas limosas pobremente graduadas (GP-GM), 0.6% de gravas arcillosas bien graduadas (GW-GC) y el 0.6% están constituidas por gravas bien graduadas (GW). En el sistema AASHTO el 83.4% constituyen los suelos granulares, de los cuales el 26.3% están compuestos por gravas y arenas del tipo A-1-a(0), A-1-b(0) y el 57.1% por gravas y arenas limo arcillosas del tipo A - 2 - 4(0) A-2-5(0), A - 2 - 6(0) * y A - 2 - 6(1).

Tabla 8
Clasificación de suelos SUCS – sector 2

CLASIFICACIÓN GENERAL	CLASIFICACIÓN SUCS	CANTIDAD	%	%
Suelos gravosos	GW	1	0.6	77.4
	GW - GC	1	0.6	
	GP - GM	7	4.5	
	GP - GC	11	7.1	
	GM	17	11.0	
	GC	57	36.8	
	GO - GM	26	16.8	
	Suelos arenosos	SM	3	
	S C	16.8	11.0	
	SC - SM	6	3.9	
Suelos finos	CL	8	5.1	5.8
limos y arcillas	CL-ML	1	0.7	
TOTAL		155	100.0	100.0

Tabla 9
Clasificación de suelos AASHTO– sector 2

Clasificación General	Tipo de materia característicos	Clasificación AASHTO	Cantidad Plataforma	Porcentaje (%)	
Materiales Granulares	Gravas y Arenas	A-1-a(0)	16	26.3	83.4
		A-1-b(0)	25		
	Gravas y Arenas limo arcillosas	A-2-4(0)	74	57.1	
		A-2-5(0)	1		
		A-2-6(0)	13		
		A-2-6(1)	1		
Limos y Arcillas	Suelos limosos	A-4(0)	9	10.2	
		A-4(1)	4		
		A-4(2)	2		
		A-5(0)	1		
	Suelos arcillosos	A-6(0)	3	16.6	
		A-6(1)	1		
		A-6(4)	1		
		A-6(6)	1		
		A-6(8)	1		
		A-6(12)	1		
A-7-5(2)	1	6.4			
A-7-6(20)	1				
TOTAL			251	100.0	100.0

Tabla 10
Resumen de ensayos ejecutados

Nro.	Progresivas		Tipo	Ubicacion KM	Lado	Muestra N°	H. N.	L. L.	I. P.	Clasificacion	
	Inicio	Final								AASHTO	SUCS
	km	km									
4	182+120	182+240	MJ	182+127	IZQ.	M-01	21.7	40	NP	A-4(0)	SC
5	182+640	182+680	PL	182+590	IZQ.	M-01	17.3	42	8	A-5(1)	SM
6	183+025	183+150	PL	183+100	IZQ.	M-02	36.2	41	12	A-7-6(4)	SM
7	183+400	183+760	PL	183+617	IZQ.	M-02	13.3	45	11	A-2-7(0)	SM
	183+760	183+820	PL	183+775	DER.	M-02	51.0	42	13	A-7-6(4)	ML
8	184+310	184+340	PL	184+265	IZQ.	M-01	9.8	33	13	A-2-6(0)	GC
9	184+340	184+460	MJ	184+342	EJE	M-01	47.2	23	1	A-1-b(0)	GM
10	184+460	184+690	PL	184+560	IZQ.	M-02	16.8	45	19	A-7-6(10)	CL
	184+690	184+940	PL	184+758	IZQ.	M-02	33.6	37	16	A-6(7)	CL
11	184+970	185+100	MJ	185+000	DER.	M-01	53.2	42	11	A-7-5(5)	ML
	185+160	185+300	AU	185+155	IZQ.	M-01	25.4	33	13	A-6(1)	SC
11	185+300	185+340	PL	185+335	IZQ.	M-01	21.4	33	11	A-6(1)	SC
	186+090	186+290	PL	186+260	IZQ.	M-02	20.6	43	12	A-7-5(2)	SM
13	186+570	186+770	PL	186+730	IZQ.	M-02	29.5	55	12	A-7-5(5)	MH
13	186+770	186+920	MJ	186+790	EJE	M-01	9.6	45	11	A-7-5(5)	ML
13	186+920	187+370	PL	187+188	EJE	M-01	13.1	27	8	A-4(0)	SC
13	187+370	187+670	PL	187+490	IZQ.	M-01	11.8	29	10	A-4(1)	SC
13	187+670	187+710	MJ	187+689	EJE	M-01	51.3	44	8	A-5(0)	SM
14	187+710	187+820	PL	187+718	DER.	M-01	47.9	42	10	A-5(1)	SM
	187+820	187+980	AU	187+855	EJE	M-01	29.8	45	NP	A-5(0)	CL
15	187+980	188+100	PL	188+090	DER.	M-01	12.4	28	10	A-4(0)	GC
16	188+100	188+250	PL	188+090	DER.	M-01	12.4	28	10	A-4(0)	GC
17	189+150	189+230	PL	189+215	DER.	M-01	11.4	32	16	A-6(4)	GC
18	189+400	189+450	PL	189+430	DER.	M-01	14.9	25	7	A-4(2)	CL
	189+540	189+660									
19	189+780	189+940	MJ	189+847	EJE	M-01	21.2	51	17	A-7-5(15)	MH
20	190+060	190+140	MJ	190+067	EJE	M-02	17.2	41	17	A-7-6(9)	CL
21	190+500	190+650	PL	190+690	IZQ.	M-02	16.1	19	10	A-4(0)	SC
22	190+720	190+900	MJ	190+873	EJE	M-01	26.7	59	23	A-7-5(28)	MH
	190+900	191+040	PL	190+962	DER.	M-01	9.8	33	16	A-2-6(1)	GC
191+040	191+080										
23	191+380	191+610	PL	191+450	DER.	M-01	15.0	45	22	A-7-6(4)	GC
24	191+660	191+700	PL	191+683	DER.	M-02	30.6	51	15	A-7-5(11)	MH
25	191+770	191+870	AU	191+875	EJE	M-01	15.5	28	16	A-6(3)	SC
26	191+880	192+090	PL	191+974	EJE	M-01	11.7	28	15	A-6(4)	SC
27	192+140	192+300	PL	192+187	DER.	M-01	14.3	37	13	A-6(5)	CL
28	192+440	192+490	PL	192+478	DER.	M-02	16.7	37	17	A-6(5)	GC
29	192+650	192+730	PL	192+676	DER.	M-02	27.7	37	15	A-6(9)	CL
30	192+850	193+000	PL	192+926	DER.	M-01	14.0	37	17	A-6(17)	CL
31	193+000	193+060	MJ	193+010	IZQ.	M-01	26.2	46	20	A-7-6(15)	CL
32	193+280	193+440	MJ	193+398	EJE	M-01	15.0	44	17	A-7-6(15)	ML
33	193+580	193+850	PL	193+656	DER.	M-02	27.5	40	20	A-6(15)	CL

PROPIEDADES MECÁNICAS

Con el fin de determinar las capacidades de resistencia de los suelos se efectúan los estudios para conocer las propiedades mecánicas, con ello se determine el comportamiento ante las cargas de la subrasante.

- **ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557) / (MTC E 115)**

El ensayo de Proctor se realiza con el fin de adquirir un adecuado contenido de humedad, y para ello se determinará el máximo espesor seco en la superficie de acuerdo con una compactación definida. Es necesario que la realización de este estudio se efectúe antes de colocar el agregado sobre el terreno, con ello se sabrá qué cantidad debe agregarse de agua, para que se pueda obtener la mejor compactación.

Por la realización de un correcto proceso de compactación se debe considerar lo siguiente; primero que al aumentar el contenido se reduce esa tensión capilar del agua lo que hace que similar energía de compactado produzca mejores resultados. Segundo, cuando exista un alto contenido de agua al punto que haya un exceso de agua libre, y ello genere una saturación completa haciendo que esto impida la realización de un buen compactado.

- **CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR (ASTM -1883) - (MTC E132)**

El CBR o Índice de California viene a ser la dimensión numérica de la resistencia al esfuerzo de un determinado suelo, teniendo como parámetros a la densidad y a la humedad debidamente controladas. Su uso está relacionado a los proyectos viales y con la construcción de pavimentos flexibles aplicando el cálculo en curvas empíricas. El valor encontrado se manifiesta en porcentajes como la razón de la carga unitaria que se va a necesitar para introducir un pistón a una profundidad similar que en una muestra como piedra partida. Tenemos

como referencia a todos los valores ya determinados de carga unitaria para cada profundidad de penetración dentro de la muestra patrón.

Se ha obtenido valores de CBR al 95% de su máxima densidad seca, para el cual se obtuvo valores entre 20.2% a 25.8% para suelos tipo A-1-a(0), de 20.8% a 25.3% para suelos tipo A-1-b(0), de 9.4% a 47.7% para suelos tipo A-2-4(0); mientras que para los suelos tipo A-2-5(0) se obtuvo un valor de 10.9% y para los suelos tipo A-2-5-(0) se obtuvieron valores entre 9.4% a 47.7% En el caso de los suelos limosos y arcillosos los valores de CBR obtenidos varían entre 5.4% a 28.1% para suelos tipo A-4; mientras que para los suelos tipo A-5 se obtuvo un valor de 18.9%; en suelos tipo A-6 se obtuvieron valores entre 4.0% a 14.2% y finalmente para los suelos tipo A-7 los valores de CBR obtenidos varían entre 3.2% a 5.5%

Es importante resaltar que los valores de CBR, para los suelos granulares identificados a lo largo de carretera, resultan inferiores de acuerdo con en el sistema AASHTO y SUCS, ello se debe a que en especial en el segundo sub-Sector los estratos mayoritariamente contienen gravas conformado de fragmentos de calizas y esquistos frágiles.

Tabla 11

Comparación de los valores de CBR obtenidos en campo y los CBR teóricos por la clasificación tipo AASHTO

Clasificación AASHTO	Cantidad	CBR (95%)			Rango de CBR por AASHTO
		Min.	Max.	Prom.	
A-1-a(0)	5.6%	20.23	25.84	23.04	35 - 80**
A-1-b(0)	11.1%	20.84	25.34	23.36	20 - 60
A-2-4(0)	33.3%	9.4	47.66	26.44	25 - 80**
A-2-5(0)	2.8%	0	10.96	10.96	25 - 80**
A-2-6(0)	13.9%	8.04	13.45	11.03	9 - 30
A-4(0)	8.3%	10.23	28.13	16.93	3 - 25
A-4(1)	2.8%	0	5.43	5.43	3 - 25
A-5(0)	2.8%	0	18.92	18.92	2* - 7
A-6(5)	2.8%	0	6.07	6.07	2* - 12
A-6(7)	2.8%	0	5.31	5.31	2* - 12
A-6(9)	2.8%	0	5.45	5.45	2* - 12
A-6(11)	2.8%	0	14.23	14.23	2* - 12
A-6(12)	2.8%	0	3.96	3.96	2* - 12
A-7-5(5)	2.8%	0	5.47	5.47	2* - 12
A-7-5(7)	2.8%	0	3.22	3.22	2* - 12

4.4. ESTUDIO DE TRÁFICO

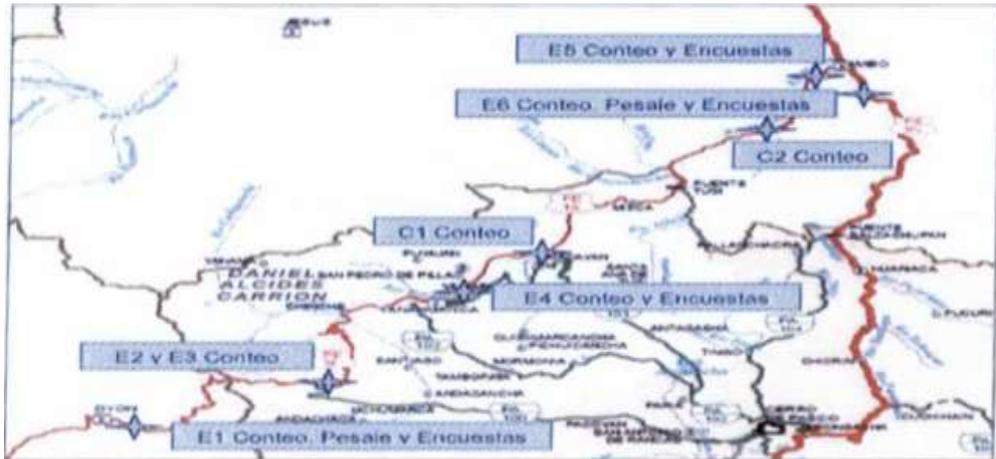
CONTEO VEHICULAR

El objetivo del estudio de tráfico es proporcionar datos fundamentales para calcular indicadores de tráfico, como el flujo vehicular, en diferentes tramos homogéneos de la red vial urbana. Esto implica realizar un conteo del tráfico vehicular en una estación de alta transitabilidad, seleccionando una estación principal y llevando a cabo conteos durante siete días que representen la semana.

Tabla 12
Estaciones de conteo vehicular

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE
E – 1	Tramo I Oyon - Uchuchacua Ubicación Oyon (Km. 139+100) Estación: E-1	Oyon
E – 2	Tramo II Chuchacua- Dv. Cerro de Pasco Ubicación Dv. Cerro de Pasco (Km. 181+100)	Dv. Cerro de Pasco
E-3	Tramo III: Dv. Cerro de Pasco - Yanahuanca Ubicación Dv. Cerro de Pasco (Km. 181+100)	Dv. Cerro de Pasco
E-4	Tramo IV: Yanahuanca - Uspachaca Ubicación: Yanahuanca (Km. 221+000)	Yanhuanca
C-1	Tramo V: Uspachaca - Parcoy Ubicación Uspachaca (Km, 236+000)	Uspachaca
C-2.	Tramo VI: Parcoy-Caynas Ubicación: Parcoy (Km. 262+000)	Parcoy
E-5	Tramo VII: Cayna - Ambo Ubicación: (Km. 279+800)	Ambo
E-6	Tramo VIII: Ambo - Huariaca Ubicación: Peaje Ambo	Peaje Ambo

Figura 6
Ubicación de las estaciones de conteo vehicular



ESTACIÓN 1 OYÓN

El promedio diario de vehículos en este sector es de 406, siendo el 66,67% vehículos livianos, el 15,43% autobuses y el 17,89% vehículos pesados. La siguiente sección muestra la estructura de IMDS e IMDA, así como detalles de la magnitud de tráfico por dirección, día y tipo de vehículo. Actualmente, el 22.6% (14 ómnibus) de los 62 autobuses contabilizados prestan servicio interprovincial entre Oyón y Cerro de Pasco, mientras que el 77.4% (48 ómnibus) prestan servicio a la mina Buenaventura. Por lo que la ruta que toman es de Oyón a Uchucchacua (campamento minero a 25Km de Oyón).

Tabla 13
Índice Medio Diario Anual, Estación E-1

TRAFICO VEHICULAR Clasificación E-1 (Veh/día)				
Tipo de Vehículos	FC	IMDs	IMDa	Distrib. %
Autos	1.095332	26	28	6.97
S. Wagon	1.095332	90	99	24.25
Pick Up	1.095332	75	82	20.25
Panel	1.095332	6	7	1.69
C. Rural	1.095332	39	43	10.47
Micro	1.095332	11	12	3.04
Omnibus 2E	1.1116502	56	62	15.20
Omnibus 3E	1.1116502	1	1	0.20
Omnibus 4E	1.1116502	0.1	0.2	0.04
Camion 2E	1.1116502	43	47	11.64
Camión 3E	1.1116502	11	12	3.05
Camión 4E	1.1116502	0	0	0.00
Semitrayles	1.1116502	12	13	3.16
Traylers	1.1116502	0	0	0.04
TOTAL		369	406	100.00

Del total de 170 vehículos de pasajeros encuestados el 62.4% (106 vehículos) tienen origen destino del campamento minero Oyón Uchuchacua, 6.5% (11 vehículos) tienen origen destino Oyón - Yanahuanca la diferencia tienen orígenes y destinos diferentes poblados.

Del total de 35 vehículos de carga sondeados el 54.3% (19 vehículos) tienen origen destino del campamento minero Oyon - Uchuchacua, 25.7% (9 vehículos) tienen origen destino Oyón - Paton, la diferencia tiene orígenes y destinos diferentes poblados.

ESTACIÓN 4 YANAHUANCA - TRAMO: YANAHUANCA - USPACHACA

El índice Medio Diario Anual en este tramo II es de 308 vehículos, siendo el 80,52% vehículos ligeros, el 1,95% autobuses y el 17,53% vehículos pesados. La siguiente sección muestra la composición de IMDS e IMDA, así como detalles del volumen de tráfico por dirección, día y tipo de vehículo.

Tabla 14*Índice Medio Diario Anual Estación E-4: Tramo Iv: Yanahuanca-Uspachaca.*

TRAFICO VEHICULAR					
Clasificación E-4					
(Veh/día)					
Tipo de Vehículos	FC	IMDs	IMDa	Distrib.	%
Autos	1.0953318	39	42	13.64	
S. Wagon	1.0953318	94	103	33.44	
Pick Up	1.0953318	50	54	17.53	
Panel	1.0953318	12	13	4.22	
C. Rural	1.0953318	33	36	11.69	
Micro	1.0953318	0	0	0.00	
Omnibus 2E	1.11165018	5	5	1.62	
Omnibus 3E	1.11165018	1	1	0.32	
Omnibus 4E	1.11165018	0.3	0.0	0.00	
Camion 2E	1.11165018	32	35	11.36	
Camión 3E	1.11165018	14	16	5.19	
Camión 4E	1.11165018	2	3	0.97	
Semitrayles	1.11165018	1	0	0.00	
Traylers	1.11165018	0	0	0.00	
TOTAL		281	308	100.00	

ESTACIÓN 5 AMBO**TRAMO: CAYNA - AMBO**

El índice Medio Diario Anual en la sección VII: 924 vehículos, de los cuales 86,65% son vehículos livianos, 0,24% son autobuses y 13,11% son vehículos pesados. La siguiente sección muestra la composición de IMDS e IMDA, así como detalles del volumen de tráfico por dirección, día y tipo de vehículo.

Tabla 15*Índice Medio Diario Anual Estación E-5 Tramo VII: Cayna - Ambo*

TRAFICO VEHICULAR Clasificación E-5 (Veh/día)				
Tipo de Vehiculos	FC	IMDs	IMDa	Distrib. %
Autos	1.0953318	242	265	28.63
S. Wagon	1.0953318	327	359	38.80
Pick Up	1.0953318	95	104	11.21
Panel	1.0953318	14	16	1.69
C. Rural	1.0953318	31	34	3.69
Micro	1.0953318	22	24	2.62
Omnibus 2E	1.11165018	2	2	0.24
Omnibus 3E	1.11165018	0	0	0.00
Omnibus 4E	1.11165018	0.0	0.0	0.00
Camion 2E	1.11165018	82	91	9.83
Camión 3E	1.11165018	19	22	2.34
Camión 4E	1.11165018	6	7	0.77
Semitrayles	1.11165018	1	1	0.07
Traylers	1.11165018	1	1	0.10
TOTAL		842	924	100.00

Del total de 388 vehículos de pasajeros encuestados el 11.9% (44 vehículos) tienen origen destino Yanahuanca-Huánuco, 58% (225 vehículos) tienen origen destino Ambo - Huáscar, la diferencia tienen orígenes y destinos diferentes poblados y recorrieron parte del tramo de la carretera en evaluación.

Del total de 45 vehiculas de carga encuestados el 17.8% (8 vehículos) tienen origen destino Yanahuanca - Huánuco, 22.2% (10 vehículos) tienen origen destino Ambo - Huáscar, la diferencia tiene orígenes y destinos diferentes poblados y recorrieron parte del tramo de la carretera en evaluación.

TRAFICO DESVIADO

Así mismo, se ha determinado que el tráfico desviado es de 433 vehículos y son los que están usando la vía Carretera Central en la actualidad

CENSO DE CARGA AMBO		
Vehículos Controlados		
Tipo	Cantidad	%
8x4	1	0.21%
B2	31	6.37%
B3	5	1.03%
B4	8	1.64%
C2	92	18.89%
C2R2	2	0.41%
C3	80	16.43%
C3R2	5	1.03%
C3R3	9	1.85%
C4	20	4.11%
T2S3	38	7.80%
T3S2	20	4.11%
T3S3	176	36.14%
Total	487	100.00%

La condición de operación de los vehículos con ejes retráctiles determina que los factores de carga para las configuraciones tipo, C3R2 (3T2) y 353 sean elevadas

Si nos referimos a los vehículos de carga tipo 2S3 (T2S3), la diferencia del incremento del FCE con respecto a los valores típicos detectados en otras estaciones de control de peso, se debe al volumen y tipo de carga operan en el tramo y su inadecuada distribución por la falta de fiscalización, en particular en sentido hacia Huánuco, estos vehículos están vinculados a la actividad minera y construcción (tipos C3 y 8x4).

PROYECCIONES DE TRÁFICO NORMAL

Se realizaron proyecciones de tráfico para identificar posibles cambios que ocurrirían en el futuro (20 años), una vez finalizado el proyecto, para lo cual se calcularon las tasas de crecimiento poblacional y PBI. A continuación, se muestran los cubos con las proyecciones de cada una de las estaciones de conteo:

Tabla 16
Proyecciones De Tráfico Normal - Sector: Oyon-Uchucchacua

AÑO	Vehículos Livianos						Omnibus			Camiones			Camiones Semitrailers						Camiones Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL
	Autos	S. Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>>3S3	2T2	2T3	3T2	>>3T3			
	6.9%	6.9%	6.9%	6.9%	6.9%	6.9%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	6.9%	4.5%	
2012	28	99	82	7	43	12	62	1	0	47	12	0	0	0	3	0	0	10	0	0	0	0	271	135	406
2013	30	105	88	7	45	13	65	1	0	49	13	0	0	0	3	0	0	10	0	0	0	0	288	141	429
2014	32	112	94	7	48	14	68	1	0	51	14	0	0	0	3	0	0	10	0	0	0	0	307	147	454
2015	34	120	100	7	51	15	71	1	0	54	14	0	0	0	3	0	0	11	0	0	0	0	328	154	482
2016	37	128	107	8	55	16	74	1	0	56	15	0	0	0	3	0	0	11	0	0	0	0	351	161	512
2017	39	137	115	9	59	17	78	1	0	58	16	0	0	0	4	0	0	12	0	0	0	0	375	168	543
2018	42	146	123	9	63	18	81	1	0	61	16	0	0	0	4	0	0	12	0	0	0	0	401	176	577
2019	45	156	131	10	67	20	85	1	0	64	17	0	0	0	4	0	0	13	0	0	0	0	429	184	612
2020	48	167	140	10	72	21	89	1	0	67	18	0	0	0	4	0	0	14	0	0	0	0	458	192	650
2021	51	179	150	11	77	22	93	1	0	70	18	0	0	0	4	0	0	14	0	0	0	0	490	201	690
2022	55	191	160	12	82	24	97	1	0	73	19	0	0	0	4	0	0	15	0	0	0	0	524	210	733
2023	58	204	171	13	88	26	101	1	0	76	20	0	0	0	5	0	0	16	0	0	0	0	560	219	779
2024	62	218	183	14	94	27	106	2	0	80	21	0	0	0	5	0	0	16	0	0	0	0	598	229	827
2025	67	233	196	15	100	29	110	2	0	83	22	0	0	0	5	0	0	17	0	0	0	0	640	239	879
2026	71	249	209	16	107	31	115	2	0	87	23	0	0	0	5	0	0	18	0	0	0	0	684	250	934
2027	76	267	224	17	114	33	121	2	0	91	24	0	0	0	6	0	0	19	0	0	0	0	731	261	992
2028	81	285	239	18	122	36	126	2	0	95	25	0	0	0	6	0	0	19	0	0	0	0	781	273	1054
2029	87	305	256	19	131	38	132	2	0	99	26	0	0	0	6	0	0	20	0	0	0	0	835	285	1120
2030	93	325	273	20	140	41	138	2	0	104	27	0	0	0	6	0	0	21	0	0	0	0	893	298	1191
2031	99	348	292	22	149	44	144	2	0	108	29	0	0	0	7	0	0	22	0	0	0	0	954	311	1266
2032	105	372	312	23	160	47	150	2	0	113	30	0	0	0	7	0	0	23	0	0	0	0	1020	325	1346
2033	114	398	334	25	171	50	157	2	0	118	31	0	0	0	7	0	0	24	0	0	0	0	1091	340	1431
2034	122	425	357	27	182	53	164	2	0	123	33	0	0	0	8	0	0	25	0	0	0	0	1168	355	1521
2035	130	455	382	28	195	57	171	3	0	129	34	0	0	0	8	0	0	26	0	0	0	0	1246	371	1618
2036	139	486	408	30	208	61	179	3	0	135	36	0	0	0	8	0	0	28	0	0	0	0	1332	388	1721
2037	148	520	436	32	223	65	187	3	0	141	37	0	0	0	9	0	0	29	0	0	0	0	1424	406	1830
2038	159	565	466	35	238	69	196	3	0	147	39	0	0	0	9	0	0	30	0	0	0	0	1523	424	1947

Tabla 17

Proyecciones de Tráfico Normal Sector: Uspachaca Parcoy

AÑO	Vehículos Livianos						Omnibus			Camiones			Camiones Semitrailers					Camiones Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL		
	Autos	S. Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3	
2012	27	30	33	7	24	1	2	0	0	31	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	51	172
2013	28	31	35	7	26	1	2	0	0	32	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	52	180
2014	30	33	37	7	28	1	2	0	0	33	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	54	190
2015	32	35	39	7	30	1	2	0	0	35	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	57	201
2016	34	37	42	8	31	1	2	0	0	37	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	59	212
2017	36	39	44	8	33	1	2	0	0	38	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	62	224
2018	38	42	47	9	35	1	2	0	0	40	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	65	236
2019	40	44	49	9	37	1	3	0	0	42	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	68	248
2020	42	47	52	10	40	1	3	0	0	44	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	71	263
2021	45	49	55	10	42	1	3	0	0	46	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204	74	278
2022	48	52	59	11	44	2	3	0	0	48	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	78	294
2023	50	55	62	12	47	2	3	0	0	50	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	81	310
2024	53	59	68	12	50	2	3	0	0	52	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	85	327
2025	57	62	70	13	53	2	3	0	0	55	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257	89	346
2026	60	66	74	14	56	2	3	0	0	57	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	93	365
2027	64	70	78	15	59	2	4	0	0	60	30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	97	385
2028	67	74	83	16	63	2	4	0	0	63	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305	102	407
2029	71	78	88	17	67	2	4	0	0	66	33	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	108	430
2030	76	83	93	18	71	3	4	0	0	69	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	111	454
2031	80	88	99	19	75	3	4	0	0	72	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	363	116	479
2032	85	93	105	20	79	3	4	0	0	75	38	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385	122	506
2033	90	99	111	21	84	3	5	0	0	78	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	127	535
2034	95	105	117	22	89	3	5	0	0	82	41	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	133	565
2035	101	111	124	24	94	3	5	0	0	86	43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	139	597
2036	107	118	132	25	100	4	5	0	0	90	45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	485	146	630
2037	113	125	140	26	106	4	6	0	0	94	47	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	513	152	666
2038	120	132	148	28	112	4	6	0	0	98	49	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	544	159	703

TRÁFICO TOTAL

El tráfico total se obtendrá mediante la sumatoria del tráfico Generado, tráfico Normal, y Trafico Desviado. Por consiguiente, se detalla los cuadros para las distintas estaciones de conteo

Tabla 18

Tráfico total Sector: Uspachaca-Parcoy

AÑO	Vehículos Livianos						Omnibus			Camiones			Camiones Semitrailers					Camiones Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL		
	Autos	S. Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3	
2012	27	30	33	7	24	1	2	0	0	31	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	51	172
2013	28	31	35	7	26	1	2	0	0	32	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	52	180	
2014	30	33	37	7	28	1	2	0	0	33	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	54	190	
2015	32	35	39	7	30	1	2	0	0	35	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	57	201	
2016	34	37	42	8	31	1	2	0	0	37	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	59	212	
2017	155	70	82	25	45	15	16	29	11	92	49	12	0	1	18	0	5	79	0	0	4	5	392	322	714	
2018	165	74	87	26	48	15	16	31	12	96	51	13	0	1	19	0	6	83	0	0	4	5	415	337	752	
2019	174	78	92	28	50	16	17	32	12	101	53	13	0	2	20	0	6	87	0	0	4	6	440	352	792	
2020	185	83	98	29	54	17	18	33	13	105	56	14	0	2	21	0	6	91	0	0	4	6	466	368	834	
2021	196	88	104	31	57	18	19	35	14	110	58	14	0	2	21	0	6	95	0	0	4	6	494	385	879	
2022	207	93	110	33	60	20	19	37	14	115	61	15	0	2	22	0	7	99	0	0	5	6	523	403	926	
2023	220	99	116	35	64	21	20	38	15	121	64	16	0	2	23	0	7	104	0	0	5	7	554	421	975	
2024	233	105	123	37	67	22	21	40	15	126	67	16	0	2	25	0	7	109	0	0	5	7	587	441	1028	
2025	247	111	130	39	71	23	22	42	16	132	70	17	0	2	26	0	8	114	0	0	5	7	622	461	1083	
2026	261	117	138	42	76	25	23	44	17	138	73	18	0	2	27	0	8	119	0	0	6	8	659	482	1141	
2027	277	124	146	44	80	26	24	46	18	144	76	19	0	2	28	0	8	124	0	0	6	8	698	504	1202	
2028	293	132	155	47	85	28	25	48	19	151	80	20	0	2	29	0	9	130	0	0	6	8	740	527	1267	
2029	311	140	164	50	90	29	27	50	19	158	84	21	0	2	31	0	9	136	0	0	6	9	784	552	1335	
2030	329	148	174	52	95	31	28	52	20	165	88	22	0	3	32	0	10	142	0	0	7	9	830	577	1407	
2031	349	157	184	56	101	33	29	55	21	173	92	23	0	3	34	0	10	149	0	0	7	10	879	603	1483	
2032	370	166	195	59	107	35	30	57	22	181	96	24	0	3	35	0	10	155	0	0	7	10	932	631	1563	
2033	392	176	207	62	113	37	32	60	23	189	100	25	0	3	37	0	11	163	0	0	8	11	987	660	1647	
2034	415	186	219	66	120	39	33	63	24	198	105	26	0	3	38	0	11	170	0	0	8	11	1046	690	1736	
2035	440	197	232	70	127	41	35	66	25	207	110	27	0	3	40	0	12	178	0	0	8	12	1108	722	1830	
2036	466	209	246	74	135	44	36	69	27	216	115	28	0	3	42	0	12	186	0	0	9	12	1174	755	1929	
2037	493	222	261	79	143	46	38	72	28	226	120	30	0	3	44	0	13	195	0	0	9	13	1244	790	2033	
2038	523	235	278	83	151	49	40	75	29	236	125	31	0	4	46	0	14	204	0	0	10	13	1318	826	2144	

Tabla 19

Tráfico total Sector: Caynas - Ambo

AÑO	Vehículos Livianos						Omnibus			Camiones			Camiones Semitrailers					Camiones Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
	Autos	S. Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micros	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3
2012	265	359	104	16	34	24	2	0	0	91	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	801	123	924
2013	277	375	108	16	36	25	2	0	0	95	23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	837	127	964
2014	289	392	113	17	38	26	2	0	0	99	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	875	132	1007
2015	302	410	118	18	40	27	2	0	0	103	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	914	138	1053
2016	316	428	123	19	41	28	2	0	0	108	26	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	956	144	1100
2017	508	560	184	38	57	49	15	29	11	181	59	19	0	1	18	0	5	79	0	0	4	5	1396	428	1824
2018	531	585	192	40	60	51	16	31	12	189	61	20	0	1	19	0	6	83	0	0	4	5	1459	447	1906
2019	555	611	201	42	62	53	17	32	12	198	64	21	0	2	20	0	6	86	0	0	4	6	1524	466	1991
2020	580	638	210	43	65	56	18	33	13	206	67	22	0	2	20	0	6	90	0	0	4	6	1593	487	2080
2021	606	667	220	45	68	58	18	35	13	215	70	23	0	2	21	0	6	94	0	0	4	6	1665	508	2173
2022	634	697	229	47	71	61	19	36	14	225	73	24	0	2	22	0	7	98	0	0	5	6	1740	530	2270
2023	662	729	240	50	74	64	20	38	15	234	76	25	0	2	23	0	7	103	0	0	5	7	1818	553	2371
2024	692	761	251	52	78	66	21	39	15	245	79	26	0	2	24	0	7	107	0	0	5	7	1900	577	2477
2025	723	796	262	54	81	69	22	41	16	255	83	27	0	2	25	0	7	112	0	0	5	7	1985	603	2588
2026	756	831	274	57	85	73	23	43	17	267	86	28	0	2	26	0	8	117	0	0	5	8	2075	629	2703
2027	790	869	286	59	89	76	24	45	17	278	90	29	0	2	28	0	8	122	0	0	6	8	2158	656	2824
2028	825	908	299	62	93	79	25	47	18	290	94	31	0	2	29	0	8	127	0	0	6	8	2265	685	2951
2029	862	949	312	65	97	83	26	49	19	303	98	32	0	2	30	0	9	132	0	0	6	9	2367	715	3082
2030	901	992	326	67	101	86	27	51	20	316	102	33	0	2	31	0	9	138	0	0	6	9	2474	746	3220
2031	942	1036	341	71	106	90	28	53	21	330	107	35	0	3	33	0	10	144	0	0	7	9	2585	779	3364
2032	984	1083	356	74	110	94	29	56	21	344	111	36	0	3	34	0	10	151	0	0	7	10	2702	813	3514
2033	1028	1132	372	77	115	99	31	58	22	359	116	38	0	3	36	0	11	157	0	0	7	10	2823	848	3671
2034	1074	1182	389	80	121	103	32	60	23	375	121	40	0	3	37	0	11	164	0	0	8	11	2950	885	3836
2035	1123	1236	407	84	126	108	33	63	24	392	127	41	0	3	39	0	11	171	0	0	8	11	3083	924	4007
2036	1173	1291	425	88	132	113	35	66	25	409	132	43	0	3	40	0	12	179	0	0	8	12	3222	964	4186
2037	954	1295	373	56	125	86	6	0	0	318	77	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2890	425	3315
2038	997	1353	390	59	131	90	7	0	0	332	80	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3020	443	3463

PROYECCIONES DE EJES EQUIVALENTES (EE EE)

Utilizando el IMD contabilizado y el FEC establecido, se completaron las estimaciones de EE anual y acumulada para 10 y 20 años, como se muestra más adelante.

Se utilizará la siguiente fórmula para obtener los cálculos respectivos:

$$e = 365 FDD (V2 \text{ ejes } (FD2 \text{ ejes}) + V3 \text{ ejes } (FD3 \text{ ejes}) \\ + V \text{ art } (F \text{ Art.}))$$

Donde:

-FDD Factor de distribución direccional

-V2 ejes, V3 ejes, Vart: Son los volúmenes de tráfico de vehículos de 2 ejes, 3 ejes y articulados

Estación E-1: OYON TRAMO: OYON - UCHUCHACUA

Tabla 20
Proyecciones del Tráfico EE (Pavimento Flexible)

		Omnibus			Camiones			Semi Traylor				Traylor			Total	Acumulado	Total
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2	3T3			
Indice Medio Diario Anual*	2012	62	1	0	47	12	0	0	3	0	10	0	0	0	135		
Fc x Fp**		2.0023	3.0267	1.6583	1.2408	3.4882	2.2743	4.5801	4.1447	6.3400	4.1716	5.4802	9.2602	4.9503			
Tasa crecimiento = R		1.40	1.40	1.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40			
R/100 = r		0.014	0.014	0.014	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044			
Factor de Crecimiento		1.014	1.014	1.014	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044			
Días del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2012	22,656	552	0	10,643	7,639	0	0	2,269	0	7,613	0	0	0	51,373	51,373	5.14E+04
	2013	22,973	560	0	11,111	7,975	0	0	2,369	0	7,948	0	0	0	52,937	104,310	1.04E+05
	2014	23,295	568	0	11,600	8,326	0	0	2,473	0	8,298	0	0	0	54,560	158,870	1.59E+05
	2015	23,621	576	0	12,111	8,693	0	0	2,582	0	8,663	0	0	0	56,245	215,115	2.15E+05
Traffic Generado (20%)		14	0	0	10	3	0	0	1	0	3	0	0	0	31		
Traffic Desviado		10	23	9	40	22	8	1	18	5	78		4	5	223		
Total (TN+TG+TD)		86	24	9	97	37	8	1	22	5	91	0	4	5	389		
	2016	31,426	13,257	2,724	21,965	23,554	3,320	836	16,641	5,785	69,280	0	6,792	4,517	200,066	415,180	4.15E+05
	2017	31,866	13,442	2,782	22,932	24,591	3,467	873	17,373	6,040	72,329	0	7,057	4,716	207,446	622,626	6.23E+05
	2018	32,312	13,631	2,800	23,941	25,673	3,619	911	18,137	6,306	75,511	0	7,369	4,923	215,132	837,758	8.38E+05
	2019	32,764	13,821	2,840	24,994	26,802	3,778	951	18,936	6,583	78,834	0	7,692	5,140	223,135	1,060,894	1.06E+06
	2020	33,223	14,015	2,879	26,094	27,982	3,945	993	19,769	6,873	82,302	0	8,031	5,366	231,471	1,292,364	1.29E+06
	2021	33,688	14,211	2,920	27,242	29,213	4,118	1,037	20,639	7,175	85,924	0	8,384	5,602	240,152	1,532,516	1.53E+06
	2022	34,160	14,410	2,961	28,441	30,498	4,299	1,082	21,547	7,491	89,704	0	8,753	5,849	249,194	1,781,710	1.78E+06
	2023	34,638	14,612	3,002	29,692	31,840	4,489	1,130	22,495	7,820	93,651	0	9,133	6,106	258,612	2,040,322	2.04E+06
	2024	35,123	14,816	3,044	30,998	33,241	4,686	1,180	23,484	8,164	97,772	0	9,540	6,375	268,424	2,308,746	2.31E+06
	2025	35,614	15,024	3,087	32,362	34,704	4,892	1,232	24,518	8,524	102,074	0	9,963	6,655	278,645	2,587,391	2.59E+06
	2026	36,113	15,234	3,130	33,786	36,231	5,107	1,286	25,597	8,899	106,565	0	10,398	6,948	289,294	2,876,685	2.88E+06
	2027	36,619	15,447	3,174	35,273	37,825	5,332	1,342	26,723	9,290	111,254	0	10,855	7,254	300,388	3,177,073	3.18E+06
	2028	37,131	15,664	3,218	36,825	39,489	5,567	1,401	27,899	9,699	116,149	0	11,353	7,573	311,948	3,489,021	3.49E+06
	2029	37,651	15,883	3,263	38,445	41,227	5,812	1,463	29,126	10,126	121,260	0	11,832	7,906	323,993	3,813,014	3.81E+06
	2030	38,178	16,105	3,309	40,137	43,041	6,068	1,527	30,408	10,571	126,595	0	12,352	8,254	336,545	4,149,560	4.15E+06
	2031	38,713	16,331	3,355	41,903	44,934	6,334	1,595	31,746	11,036	132,105	0	12,896	8,617	349,625	4,499,185	4.50E+06
	2032	39,255	16,559	3,402	43,747	46,911	6,613	1,665	33,142	11,522	137,981	0	13,463	8,997	363,257	4,862,442	4.86E+06
	2033	39,804	16,791	3,450	45,671	48,976	6,904	1,738	34,601	12,029	144,052	0	14,056	9,392	377,464	5,239,906	5.24E+06
	2034	40,362	17,026	3,496	47,681	51,130	7,208	1,814	36,123	12,558	150,390	0	14,674	9,806	392,271	5,632,177	5.63E+06
	2035	40,927	17,265	3,547	49,779	53,380	7,525	1,894	37,713	13,111	157,007	0	15,320	10,237	407,704	6,039,881	6.04E+06
	2036	41,500	17,506	3,597	51,969	55,729	7,856	1,978	39,372	13,688	163,915	0	15,964	10,688	423,791	6,463,672	6.46E+06
	2037	42,081	17,751	3,647	54,256	58,181	8,202	2,065	41,104	14,290	171,128	0	16,658	11,158	440,560	6,904,232	6.90E+06
	2038	42,670	18,000	3,698	56,643	60,741	8,563	2,156	42,913	14,919	178,657	0	17,412	11,649	458,040	7,362,272	7.36E+06

Tabla 21
Proyecciones Del Tráfico EE EE (Pavimento Flexible)

		Omnibus			Camiones			Semi Traylor			Traylor			Total	Acumulado	Total	
		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2/2T3	3T2				3T3
Indice Medio Diario Anual*	2012	62	1	0	47	12	0	0	3	0	10	0	0	0	135		
Fc x Fp**		1.9304	2.1544	1.1953	2.3960	3.1320	2.4012	3.4797	7.4618	3.2745	3.6642	3.7995	5.8020	3.3675			
Tasa crecimiento = R		1.40	1.40	1.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40			
R/100 + r		0.014	0.014	0.014	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044			
Factor de Crecimiento		1.014	1.014	1.014	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044			
Dias del año		365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365			
IMDa x Fc x Fp x 365 / 2	2012	21,842	393	0	20,551	6,859	0	0	4,085	0	6,687	0	0	0	60,418	60,418	6.04E+04
	2013	22,149	399	0	21,456	7,161	0	0	4,265	0	6,981	0	0	0	62,410	122,828	1.23E+05
	2014	22,458	404	0	22,400	7,475	0	0	4,453	0	7,289	0	0	0	64,479	187,308	1.87E+05
	2015	22,773	410	0	23,385	7,805	0	0	4,649	0	7,609	0	0	0	66,631	253,939	2.54E+05
Tráfico Generado (20%)		14	0	0	10	3	0	0	1	0	3	0	0	0	31		
Tráfico Desviado		10	23	9	40	22	8	1	18	5	78	4	5	5	223		
Total (TN+TG+TD)		86	24	9	97	37	8	1	22	5	91	0	4	5	389		
	2016	30,297	9,436	1,970	42,415	21,149	3,506	635	29,968	2,968	60,853	0	4,235	3,073	210,517	210,517	2.11E+05
	2017	30,721	9,568	1,997	44,281	22,079	3,660	663	31,277	3,119	63,531	0	4,422	3,208	218,528	429,045	4.29E+05
	2018	31,152	9,702	2,025	46,229	23,051	3,821	692	32,654	3,257	66,326	0	4,616	3,349	226,875	655,920	6.56E+05
	2019	31,588	9,838	2,054	48,263	24,055	3,989	723	34,090	3,400	69,245	0	4,820	3,497	235,571	891,491	8.91E+05
	2020	32,030	9,976	2,083	50,387	25,124	4,165	754	35,590	3,550	72,291	0	5,032	3,650	244,632	1,136,123	1.14E+06
	2021	32,478	10,116	2,112	52,604	26,229	4,348	788	37,156	3,706	75,472	0	5,253	3,811	254,073	1,390,196	1.39E+06
	2022	32,933	10,257	2,141	54,919	27,383	4,539	822	38,791	3,869	78,793	0	5,484	3,929	263,911	1,654,107	1.65E+06
	2023	33,394	10,401	2,171	57,335	28,588	4,739	858	40,496	4,039	82,280	0	5,725	4,154	274,163	1,928,270	1.93E+06
	2024	33,862	10,547	2,202	59,858	29,846	4,947	896	42,280	4,217	85,879	0	5,977	4,337	284,847	2,213,117	2.21E+06
	2025	34,336	10,694	2,232	62,482	31,159	5,165	936	44,140	4,402	89,558	0	6,240	4,527	295,982	2,509,099	2.51E+06
	2026	34,816	10,844	2,264	65,241	32,530	5,392	977	46,082	4,596	93,603	0	6,515	4,727	307,588	2,816,687	2.82E+06
	2027	35,304	10,996	2,295	68,112	33,962	5,630	1,020	48,110	4,798	97,721	0	6,802	4,935	319,884	3,136,371	3.14E+06
	2028	35,798	11,150	2,328	71,109	35,456	5,877	1,065	50,227	5,009	102,021	0	7,101	5,152	332,292	3,468,663	3.47E+06
	2029	36,299	11,306	2,360	74,238	37,016	6,136	1,112	52,437	5,230	106,510	0	7,413	5,378	345,435	3,814,097	3.81E+06
	2030	36,807	11,464	2,393	77,504	38,645	6,406	1,160	54,744	5,460	111,195	0	7,739	5,615	359,135	4,173,232	4.17E+06
	2031	37,323	11,625	2,427	80,914	40,345	6,688	1,211	57,153	5,700	116,089	0	8,080	5,862	373,417	4,546,649	4.55E+06
	2032	37,845	11,787	2,461	84,474	42,120	6,982	1,265	59,668	5,951	121,197	0	8,435	6,120	388,306	4,934,955	4.93E+06
	2033	38,375	11,952	2,495	88,191	43,974	7,289	1,320	62,293	6,213	126,530	0	8,807	6,389	403,829	5,338,783	5.34E+06
	2034	38,912	12,120	2,530	92,072	45,909	7,610	1,379	65,034	6,486	132,097	0	9,194	6,670	420,012	5,758,795	5.76E+06
	2035	39,457	12,289	2,565	96,123	47,929	7,945	1,439	67,895	6,772	137,909	0	9,599	6,964	436,865	6,195,660	6.20E+06
	2036	40,010	12,461	2,601	100,352	50,037	8,295	1,503	70,883	7,069	143,977	0	10,021	7,270	454,480	6,650,141	6.65E+06
	2037	40,570	12,636	2,638	104,768	52,239	8,659	1,569	74,002	7,361	150,312	0	10,462	7,580	472,825	7,122,966	7.12E+06
	2038	41,138	12,813	2,675	109,377	54,538	9,040	1,638	77,258	7,705	156,926	0	10,922	7,924	491,954	7,614,920	7.61E+06

El cálculo de los Ejes equivalentes en la estación E-5: Estación Ambo, se han calculado un total de 7.15E-06 Ejes equivalentes, que se tomarán para el diseño del pavimento Flexible de la vía.

4.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

- **EVALUACIÓN DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA VÍA**
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA VÍA

La inspección geotécnica ejecutada y los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, han permitido obtener el perfil estratigráfico de los suelos de fundación de la vía entre km 134+977.92 empalme vía asfaltada Churín - Oyón, hasta la localidad de Ambo ubicada en el Km 280+962.23, a partir de la cual se ha realizado la sectorización de la vía en sub tramos homogéneos, según las características de los suelos y su capacidad de soporte (CBR) realizado para ellos el análisis de los estratos observados; así también se ha tomado en cuenta la influencia de las condiciones climáticas y morfológicas; las que a continuación se describen:

- **SUBTRAMO HOMOGÉNEO 02: KM 181+000 AL KM 201+100**

En el segundo subtramo, la vía se extiende sobre un suelo de relieve regular, donde el terreno de fundación está compuesto por estratos de suelos arcillosos con acumulación de humedades altas (bofedales, aguajales y zonas de cobertura orgánica), además con presencia de estratos de arcillas rojas plásticas (sector de Cachipampa). Luego el trazo se realiza sobre terreno ondulado con presencia de constituciones rocosas fracturadas e intemperizadas intercaladas con bancos de suelos residuales, suelos orgánicos y bofedales.

Estos estratos de acuerdo con los ensayos efectuados están compuestos por arcillas de baja a mediana plasticidad (CL), limos inorgánicos de mediana plasticidad (ML) y limos inorgánicos de alta plasticidad (MH). De acuerdo con AASHTO, los estratos

finos identificados están constituidos por suelos limosos A-4 y suelos limo arcillosos A-6 y A-7. Dichos suelos, incluyen humedades altas, por ende, sus compacidades son bajas. Consecuentemente los valores de CBR al 95% de su máxima densidad seca se encuentran en el orden de 5.9% en el caso de suelos A-4(5) y A-6(3), y 4.8% en el caso de suelos A-7-5(14).

- **MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE**

El presente análisis tiene como objetivo determinar sectores de material inadecuado a nivel del terreno de fundación que requerirán de mejoramientos a través de la sustitución con suelos granulares que cumplan las condiciones como material para terraplenes según lo exigido por las EG-2013.

Para ello se han adoptado conceptos de ingeniería como propiedades topográficas, tipos de suelo, nivel freático, drenaje, capacidad de carga, grado de compactación, condiciones ambientales y estado de la carretera.

Tabla 22

Sectores de Mejoramiento identificados en el trazo principal Del Km 180+000 al Km 230+100 (Solución convencional)

Nro.	Inicio	Final	Carril	Observaciones	Volumen de Mejoramiento
	km	km			
1	181+070	181+320	Der./Izq.	Filtraciones en limos y arcillas. Suelo orgánico superficial	4,072.25
	181+320	181+480	Der.		422.70
2	181+480	181+700	Der./Izq.	Suelo con filtraciones.	1,873.75
3	181+700	181+800	Der./Izq.	Limos y arcillas húmedos. Suelo orgánico superficial	884.80
	181+800	181+860	Der.		257.60
	181+880	182+000	Der.		82.45
4	182+120	182+240	Der./Izq.	Filtraciones en limos y arcillas. Suelo orgánico	538.80

Nro.	Inicio	Final	Carril	Observaciones	Volumen de Mejoramiento
	km	km			
				superficial.	
5	182+640	182+680	Der./Izq.	Suelos limo arcilloso húmedos	188.35
6	183+025	183+150	Der./Izq.	Filtraciones en limos y arcillas	1,527.80
7	183+400	183+760	Der./Izq.	Filtraciones en limos y arcillas	3,061.40
	183+760	183+820	Der./Izq.		1,114.10
8	184+310	184+340	Der./Izq.	Suelos limo arcilloso húmedos	251.65
9	184+340	184+460	Der.	Filtraciones en limos y arcillas	1,243.70
10	184+460	184+690	Der./Izq.	Suelos limo arcilloso húmedos	2,028.05
	184+690	184+940	Der./Izq.		4,590.60
11	184+970	185+100	Der./Izq.	Suelo con filtraciones	2,377.00
	185+160	185+300	Der./Izq.		595.70
	185+300	185+340	Der./Izq.		297.25
12	186+090	186+290	Der./Izq.	Suelo con filtraciones	1,910.95
13	186+590	186+770	Der./Izq.	Filtraciones en limos y arcillas	1,544.05
	186+770	186+920	Der./Izq.		1,299.90
	186+920	187+370	Der.		1,510.45
	187+370	187+670	Der.		905.35
	187+670	187+710	Der./Izq.		773.00
14	187+710	187+820	Der./Izq.	Suelo con filtraciones	2,074.55
	187+820	187+980	Der./Izq.		709.80
15	187+980	188+100	Der./Izq.	Suelos limo arcillosos húmedos. Suelo orgánico superficial.	646.30
16	188+100	188+250	Der./Izq.	Filtraciones en suelos limo gravoso	895.75
17	189+150	189+230	Izq.	Filtraciones en limos y arcillas	332.80
18	189+400	189+450	Der./Izq.	Suelo con filtraciones	314.80
	189+540	189+660	Der./Izq.		655.30
19	189+780	189+940	Der./Izq.	Deslizamiento de talud y filtraciones.	1,422.80
20	190+060	190+140	Der./Izq.	Deslizamiento de talud y filtraciones.	685.30
21	190+500	190+650	Der./Izq.	Suelo con acumulación de agua	2,623.20
22	190+720	190+900	Izq.	Arcillas rojas (lutitas) y bolonería	1,027.00
	190+900	191+040	Izq.		616.60
23	191+380	191+610	Izq.	Arcillas rojas (lutitas) y bolonería	1,563.95
24	191+660	191+700	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	287.70
25	191+770	191+870	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	761.85
26	191+880	192+090	Der.	Arcillas rojas y lutitas	854.29
27	192+140	192+300	Der.	Arcillas rojas húmedas	688.20
28	192+440	192+490	Der./Izq.	Filtraciones en suelos gravosos con y bloques de roca	478.15
29	192+650	192+730	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	840.05
30	192+850	193+000	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	1,294.85
31	193+000	193+060	Izq.	Filtraciones en arcillas rojas	110.40
32	193+280	193+440	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	1,376.15
33	193+580	193+850	Der./Izq.	Filtraciones en arcillas rojas, con bolonería	2,793.75
34	194+300	194+480	Der./Izq.	Deslizamiento de talud, zona de arcillas rojas y filtraciones y asentamiento de plataforma	1,682.45
	194+480	194+770	Der./Izq.		2,618.15
	194+770	194+890	Der./Izq.		1,079.60
35	195+000	195+070	Der./Izq.	Filtraciones en arcillas rojas	642.30
36	195+370	195+500	Der./Izq.	Arcillas rojas y lutitas	2,684.25
37	195+500	195+620	Der.	Filtraciones en arcillas rojas	696.50
38	195+690	195+720	Der.	Zona inestable diagnosticada geológicamente	178.20

Nro.	Inicio	Final	Carril	Observaciones	Volumen de Mejoramiento
	km	km			
39	195+830	195+980	Der.	Deslizamiento de talud, filtraciones y asentamiento de plataforma.	1,491.85
40	196+000	196+060	Der.	Deslizamiento de talud, filtraciones y asentamiento de plataforma.	548.00
41	196+060	196+260	Der./Izq.	Arcillas rojas húmedas (Caserío Chocopata)	1,395.15
42	196+260	196+300	Izq.	Limos arcillosos húmedos por descarga deguas servidas	198.70
43	196+300	196+480	Der./Izq.	Zona inestable diagnosticada geológicamente	1,567.00
44	196+480	196+500	Izq.	Arcillas rojas húmedas	100.30
45	196+500	196+700	Der./Izq.	Zona inestable diagnosticada geológicamente	1,701.15
46	196+700	196+820	Izq.	Suelos con filtraciones	315.35
47	196+820	196+870	Izq.	Arcillas rojas húmedas	195.50
48	198+180	198+460	Izq.	Filtraciones en arcillas rojas	1,306.80
49	199+650	199+670	Der.	Filtraciones en suelos limo gravosos	47.60
50	200+480	200+640	Der.	Filtraciones en suelos limo arcillosos	672.50
	200+640	200+800	Der.		686.50
51	200+900	201+040	Der.	Filtraciones en arcillas rojas	415.55
52	201+230	201+260	Der.	Suelos limo arcillosos húmedos con depósitos de agua	198.30
	201+280	201+440	Der.		790.85
53	202+070	202+240	Izq.	Filtraciones en suelos limo gravosos	737.35
54	202+860	203+000	Der.	Deslizamiento de talud, zona de arcillas rojas y filtraciones	2,440.25
55	203+000	203+300	Izq.	Filtraciones en arcillas rojas y lutitas	
56	203+420	203+660	Izq.	Arcillas rojas y lutitas	1,592.55
57	205+150	205+260	Izq.	Limos arcillosos saturados por aguas servidas domiciliarias	365.85
	205+260	205+500	Izq.		2,119.90
58	205+500	205+570	Der./Izq.	Suelos limo arcillosos, con bloques húmedos. (var. Chinche)	1,018.20
59	205+865	205+900	Izq.	Deslizamiento de talud y filtraciones	114.00
60	205+900	206+030	Izq.	Filtraciones en suelos limosos con bloques	413.70
61	206+060	206+130	Izq.	Deslizamiento de talud y filtraciones	214.35
62	206+130	206+310	Izq.	Filtraciones en suelos limosos con bloques	746.35
	206+310	206+545	Izq.		980.68
63	206+550	206+720	Izq.	Deslizamiento de talud, zona de arcillas rojas y filtraciones	1,073.80
64	206+880	207+250	Izq.	Filtraciones intensas, en arcillas rojas	2,129.25
65	208+700	208+800	Der.	Filtraciones en suelo granular limoso	294.70
66	209+040	209+180	Der.	Suelo limo arcilloso húmedo	333.50
67	209+180	209+230	Der.	Filtraciones en suelo limo arcilloso	119.50
68	209+260	209+310	Der.	Suelo limo arcilloso, con filtraciones y deslizamiento de talud	131.80
69	209+720	209+890	Der.	Suelo limo arcillosos húmedos con bolonería	668.85
70	209+940	209+990	Der.	Suelo con filtraciones	167.05
71	210+360	210+480	Der./Izq.	Zona de inundación, baños de Tambochaca	863.60
72	212+300	212+410	Izq.	Limos arcillosos saturados, con bloques de rocas	240.80
	212+410	212+580	Izq.		402.95
73	216+560	216+620	Izq.	Filtraciones, en suelos limosos y bolonería	136.75
74	216+870	217+120	Izq.	Filtraciones, en suelos limosos y bolonería	2,194.25
75	217+320	217+360	Izq.	Filtraciones, en suelos limosos	202.00
76	217+880	218+070	Izq.	Filtraciones, en arcillas rojas	440.95
77	218+300	218+470	Izq.	Suelos saturados por descargas de aguas servidas (Lucmapampa)	474.75

Tabla 23

Sectores de mejoramiento identificados en el tramo del Km 181+000 al km 230+000 (Solución convencional)

Nro.	Inicio Km	Fin Km	Carril	Observaciones	Volumen de Mejoramiento
1	209+940	209+990	Der.	Bofedales y filtraciones	121.85
2	229+870	229+910	Der./Izq.	Bofedales y filtraciones	147.75
Volumen total de mejoramiento (m ³)					269.60

- Los volúmenes antes detallados consideran los escenarios siguientes:

En el caso de mejoramientos convencionales la altura de mejoramiento definida, se considerada desde el nivel de la subrasante, sea que esta se encuentre en corte y relleno.

De estar la sección en relleno parcial o total, se considerará como mejoramiento solo la porción de sección por debajo del terreno natural hasta la línea paralela a la subrasante que delimita la altura del mejoramiento en el espesor definido. Si la altura de mejoramiento definido no alcanza el nivel del terreno natural, entonces el terraplén hará las veces de mejoramiento, sin que ello signifique su reconocimiento diferente al de la configuración del terraplén.

Ahora, en el caso de los mejoramientos con solución especial en bofedales, se ha considerado su intervención contemplando lo siguiente:

Cuando la sección se encuentra mayormente en corte, el mejoramiento preverá como mínimo 0.45 m de intervención o la altura de mejoramiento definida desde el nivel de la subrasante; es decir corte y eliminación mínimo de 0.45 m o la altura de mejoramiento definida, colocación de geotextil y geomalla, y la reposición de 0.30 m de piedra de 2" a 4", relleno de material seleccionado mínimo de 0.15 m; esta última capa granular debe ser considerada como relleno de mejoramiento convencional. Las porciones en relleno de este tipo de secciones al pie del terraplén deberán tener mejoramientos un ancho promedio similar al de un rodillo, colocándose material de tamaño máximo 6" u over proveniente de las voladuras o saldo de trituración.

En el caso que la sección se encuentre mayormente en relleno, con el fin de eliminar todo material inadecuado de las zonas de bofedales previo al terraplén, se considerará la intervención del mejoramiento a partir del nivel más bajo del terraplén, a partir de cuyo nivel paralelo a la subrasante se efectuará el corte y eliminación de la sección superior más 0.30 m, por debajo del nivel más bajo del terraplén considerado, para que luego se coloque el geotextil y geomalla. La reposición de la capa 0.30 m de piedra de 2" a 4", además del complemento de relleno con material seleccionado hasta el nivel de la subrasante, debe ser como mínimo de 0.15 m. esta última capa granular será considerada como relleno de mejoramiento convencional.

En las secciones de mejoramiento con solución especial que se encuentren en relleno parcial o total, la porción de sección por debajo del terreno natural hasta la línea paralela a la subrasante que coincide con el nivel más bajo del terraplén y/o nivel superior de la capa de reposición de piedra de 2" a 4", será considerada como mejoramiento convencional, el que será conformado con material de relleno seleccionado

Se debe entender como sección mayormente en relleno, aquella que exceda esta condición en más de un carril o medio carril más allá del eje de la vía. De manera similar se considerará sección mayormente en corte aquella que exceda esta condición en más de un carril o medio carril más allá del eje de la vía

- **BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE**

Se empleó la Guía AASHTO-93 (sección 3.1.4) para determinar las alturas de mejora en suelos con baja capacidad de carga, específicamente para áreas de bajos ingresos (CBR6%), utilizando coeficientes de mejora basados en el CBR.

El proceso de AASHTO-93 implica calcular el número estructural SNb del pavimento para un período de 20 años, considerando un material con CBR superior al 20% e IP inferior al 11%. Luego, se

calcula el número estructural SN_a utilizando un material con subrasante menor al 6%.

La diferencia entre estos números estructurales se utiliza para derivar el coeficiente de mejora, teniendo en cuenta los coeficientes estructurales (a_i) y de drenaje (m_i) mediante una fórmula específica

$$ASN - SN_a - SN_b$$

$$E = \frac{ASN}{a_i \times m_i}$$

Dónde:

E : Espesor de mejoramiento en cm.

a_i : Coeficiente estructural del material a colocar / cm.

m_i : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

Se procede a verificar los espesores de mejora para suelos con un CBR inferior al 6%, los cuales se clasifican como muy pobres o pobres, hasta el 95% de su Máxima Densidad Seca (MDS). Este proceso implica el reemplazo del material de relleno con uno que tenga un CBR superior al 20% hasta el 95% de su MDS. Se aplica un coeficiente de capa de 0.08 para subrasantes muy pobres y pobres, y un coeficiente de drenaje de 0.90. Los sectores identificados con baja capacidad de soporte se evalúan y verifican conforme a estos criterios:

Tabla 24

Sectores de Mejoramiento, usando criterio de Baja Capacidad de Soporte Método AASHTO 93

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - MÉTODO AASHTO 93

Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante en zonas de relleno (plataforma existente)														
N°	Progresiva		Toma de muestra (Km.)	CBR (%)	Mr	W18	SNr	SN _a	ΔSN	m Coef. Drenaje	a _i Coef. Estruct. C.B.R 220	Altura de Mejoramiento Calculado (h _a)		Mejoramiento a ejecutar (m)
	Inicio	Final		95								(pulg)	(cm)	
10	184+460	184+940	184+758	5.4	7518.36	5.42E+06	3.03	4.07	1.04	0.9	0.08	14.4	40	0.40
13	186+570	187+770	186+730	5.5	7607.17	4.70E+06	3.03	4.06	1.03	0.9	0.08	14.3	40	0.40
29	192+650	192+730	192+676	5.3	7426.95	4.70E+06	3.03	4.09	1.06	0.9	0.08	14.7	40	0.40
50	200+480	200+800	200+503	3.2	5378.82	4.70E+06	3.03	4.55	1.52	0.9	0.08	21.1	55	0.55
71	210+360	210+480	210+380	4.0	6204.54	4.70E+06	3.03	4.35	1.32	0.9	0.08	18.3	50	0.50
77	218+300	218+470	218+360	5.4	7518.36	4.70E+06	3.03	4.15	1.12	0.9	0.08	15.6	40	0.40

La metodología establecida por la Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), versión 1993, menciona que la conformación estructural de una carretera necesariamente debe cumplir con un número específico de requisitos estructurales, los cuales están determinados por: a) la cantidad de vehículos que pasarán por dicha carretera durante un determinado número de años (período de diseño); b) la resistencia del suelo que va a soportar la estructura del pavimento; y c) los niveles deseados de capacidad de servicio de la vía, tanto al inicio como a lo largo del tiempo.

Además, se deben considerar algunos valores estadísticos que van a servir como factores de seguridad, asegurando el resultado que se va a obtener cumpla con un cierto nivel de confianza.

Una vez hallado el valor estructural que se requiere, el pavimento se construye por etapas, señalando las medidas de todos los estratos que componen la estructura, con un aporte estructural fijo calculado en base a estas dimensiones y a la naturaleza de los materiales utilizados. Dichos valores estructurales parciales se van a expresar por medio de un coeficiente estructural y, cuando se añaden, deben satisfacer el valor completo requerido.

- **Cálculo del número estructural total requerido**

El método proporciona la siguiente expresión para calcular el Número Estructural Total (SN), que debe satisfacer la estructura del pavimento:

$$\log(N18) = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{Gt}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log MR - 8.07 \quad (1)$$

$$Gt = \log\left(\frac{p_i - p_t}{4.2 - 1.5}\right)$$

Donde:

Además:

SN: Número Estructural Total

N18: Número Total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño.

Pi: Serviciabilidad inicial.

pt: Serviciabilidad final.

MR: Módulo de Resiliencia de la subrasante.

Zr: Desviación Standard Normal

So: Desviación Standard Total

Partiendo de esta ecuación se van a desprender las otras definiciones tales como:

W18.- La cantidad de Ejes Simples Equivalentes a 18.000 lb (80 kN) acumulados durante el período de diseño va a englobar al número de repeticiones de EE de 8,2 Tn, según lo determinado por el Estudio de Tráfico.

Módulo de Resiliencia (Mr).- El Módulo de Resiliencia (Mr) es una dimensión numérica de la rigidez del suelo de subrasante, en la cual para poder calcularla se han empleado la ecuación indicada en el Manual de Carreteras 2013, mencionada en el ítem 4 Capacidad de Soporte del Suelo de Fundación.

Confiabilidad (%R).- El método AASHTO contiene un criterio de confiabilidad (%R), y va a representar la posibilidad de que un sistema estructural específico funcione como se anticipa, a través de su período de diseño. Esta probabilidad está determinada por la variabilidad de los factores que influyen en la toda la estructura de dicho pavimento y cómo será el comportamiento de este; sin embargo, solicitudes inesperadas, como la calidad de la construcción, situaciones climáticas intensas, crecimiento excepcional del tráfico y otros factores, pueden reducir la vida útil de un pavimento.

Coficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).- El coeficiente estadístico de desviación normal (Zr) determina el nivel de confianza elegido para un conjunto de datos en una distribución

normal. En este caso, un valor de Z_r de -1282 corresponde a un 90% de confianza.

Desviación Estándar Combinada (So).- La Desviación Estándar Combinada (So) constituye un valor numérico que tomará en cuenta la variación esperada en la predicción del tráfico, así como otros factores que afectan las condiciones del pavimento, como el proceso constructivo, factores ambientales y la incertidumbre del modelo. AASHTO recomienda utilizar valores de So que oscilan entre 0,40 y 0,50 para pavimentos flexibles; para el diseño actual, se utiliza 0,45.

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).- El Índice Presente de Serviciabilidad es el nivel de confort que brinda la superficie del pavimento para el tránsito normal de vehículos; a un pavimento sin deterioro se le designa un valor de servicio inicial que va de 5 (perfecto) a 0 (deteriorado-destruido) y a un pavimento deteriorado se le asigna un valor de servicio inicial que va de 5 (perfecto) a 0 (deteriorado-destruido). La diferencia entre estos dos valores se conoce como APSI (índice de servicio actual).

Serviciabilidad Inicial (Pi).- La capacidad de servicio inicial (Pi) de una vía de reciente construcción es 4,2, según la guía AASHTO-93 para pavimentos flexibles. Sin embargo, según el criterio del especialista del proyecto, se utiliza 4.0 para los propósitos del diseño actual.

Serviciabilidad Final (Pt).- La Serviciabilidad Final (Pt), es un estado en el cual la vía alcanza un nivel de necesidad de aplicación de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción, el ítem 3.4.9.3 (a) de los Términos de Referencia indican adoptar un valor de 2.

Pérdida de Serviciabilidad APSI.- Es la distinción entre apoyo inicial y final a un proyecto en desarrollo.

Número Estructural Requerido.- El número estructural requerido personaliza el ancho íntegro del pavimento a instalar y debe convertirse al ancho efectivo de todos los estratos que lo conformarán.

Estructuración del pavimento: El método proporciona la siguiente expresión para construir las capas estructurales de un pavimento:

$$SN = a_1 D_1 + am_2 D_2 + am_3 D_3$$

Donde

SN: Número Estructural Total requerido.

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de los materiales,

m2, m3: Coeficiente de drenaje de materiales granulares

D1, D2, D3: Espesores asumidos de las capas.

Tabla 25

Espesor mínimo (pulgadas)

Traffic, ESAUs	Asphalt Concrete	Aggregate Base
Less than 50,000	1.0 (or surface treatment)	4
50,001–150,000	2.0	4
150,001–500,000	2.5	4
500,001–2,000,000	3.0	6
2,000,001–7,000,000	3.5	6
Greater than 7,000,000	4.0	6

Aplicación del método de diseño AASHTO para pavimentos flexibles

El método AASHTO considera el uso de ciertas reglas relacionadas con la confianza del diseño y la capacidad de servicio inicial y final del pavimento, y para ello se deben establecer valores.

Según recomendaciones de la AASHTO, se adoptan los siguientes valores que estarán en función de las características y relevancia de la vía en mención:

- Nivel de Confiabilidad (*FR*) = 90%
- Standard Normal Deviate (*ZR*) = -1.282
- Standard Deviation (*So*) = 0.45
- Serviciabilidad inicial (*p*) = 4.0
- Serviciabilidad final (*pt*) = 2.0

En el caso de la confiabilidad compuesta para el periodo de diseño por etapas en períodos de 10 años y total a 20 años, se ha adoptado según lo señalado los Términos de Referencia, considerando una sola confiabilidad (90%).

Número estructural total requerido (SN req) para el diseño en una sola etapa a 10 y 20 años

Los resultados del Número Estructural Total requerido (SN req), para el diseño a 10 y 20 años, se muestran algunos diseños de salida de las hojas Excel empleadas para el cálculo de la estructura del pavimento, los resultados que se obtienen se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 26

Estructura del pavimento en una sola etapa - Diseño a 10 y 20 años Alternativa en mezcla asfáltica en caliente (MAC) - Trazo principal

Parámetros	Sector 1 (km)		Sector 2 (km)		Sector 3 (km)		Sector 4 (km)	
	de Diseño							
	181+100	204+000	204+000	214+640	214+640	227+760	227+760	230+000
	10 años	20 años						
Pi	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Pt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
R	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Zr (90%)	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282
So	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
ESALs	2.22E+0	5.04E+0	2.22E+0	5.04E+0	2.59E+0	5.83E+0	2.61E+0	5.90E+0
Mr	6	6	6	6	6	6	6	6
Subrasante (Ksi)	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
Carpeta asfáltica (cm)	8	10	8	9	9	9	9	9
Base granular (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15
Subbase granular (cm)	15	15	20	20	20	20	20	20
SNreq	2.790	3.160	2.795	3.170	2.860	3.260	2.870	3.260
SNresult.	2.890	3.228	3.126	3.295	3.295	3.295	3.295	3.295

Los resultados de los tramos homogéneos y de las variantes que se han desarrollado con el método AASHTO 93 se ha presentado en la tabla 27, para el diseño de un pavimento flexible con la aplicación de mezcla asfáltica en caliente.

4.6. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.6.1. PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

HG: El diseño de la infraestructura vial mejora la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón - Ambo

HG0: El diseño de la infraestructura vial no mejora la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.

Luego del análisis del diseño realizado para la vía, se ha establecido mejoras en la topografía, en el trazo que representarán mejoras significativas en la transitabilidad en la vía. Con el estudio de mecánica de suelo se ha establecido realizar las mejoras de las condiciones de los tramos críticos, realizando intervención para reforzar la capacidad de soporte de la subrasante.

4.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

HE1: La topografía y el suelo es adecuado para realizar el diseño infraestructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

HE0: La topografía y el suelo no son adecuados para realizar el diseño infraestructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.

La evaluación de los estudios básicos ha permitido desarrollar las mejoras en las condiciones de diseño de la vía. La topografía se ha realizado de manera que se identifiquen las condiciones de la superficie, evaluando las pendientes longitudinales y transversales. Ha sido necesario realizar la monumentación de una red de puntos geodésicos para conformar la poligonal de apoyo con los BMS a lo largo de toda la vía.

Con los estudios de mecánica de suelos se ha identificado las características de los suelos donde se emplazará la superficie de la estructura del proyecto, con la evaluación geotécnica se ha determinado sus características y se ha evaluado tramos críticos donde se realizará el mejoramiento de la capacidad de soporte y de los tramos críticos del proyecto, con ambos estudios hechos influyen significativamente en el diseño del proyecto para mejorar las condiciones del trazo de la vía.

4.6.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

HE2: El estudio del tráfico permite el diseño de la infraestructura vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

HE0: El estudio del tráfico no permite un diseño de la infraestructura vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

La realización del estudio de tráfico permitirá identificación de la demanda actual de la vía y con ello determinar las proyecciones de acuerdo con el periodo de diseño. Con el establecimiento de las estaciones de conteo se ha podido identificar las variaciones de demanda en subtramos del proyecto, con las proyecciones del tráfico va a permitir realizar el diseño de la infraestructura vial de acuerdo con solicitaciones en la demanda definido con el estudio de tráfico. Se realizará un diseño de la infraestructura de la vía para el tipo de tráfico y las cargas que generan en el pavimento que se van a diseñar.

4.6.4. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

HE3: La transitabilidad mejorará mediante el diseño estructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo

HE0: La transitabilidad no va a mejorar mediante el diseño estructural vial del Tramo II de la carretera Oyón – Ambo.

El proyecto va a mejorar con el diseño estructural del pavimento del tramo II de la carretera Oyon - Ambo, luego de los estudios de topografía, suelos y el estudio de tráfico. Con estos estudios básicos

realizados van a permitir el desarrollo del proyecto, con el cual se va a plantear el diseño estructural del pavimento que representará las mejoras integrales en la transitabilidad en el tramo del proyecto de estudio.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de proponer un proyecto de mejora vial, se diseñó un pavimento flexible para el tramo II de la Carretera Oyon - Ambo en Lima, Pasco y Huánuco. El objetivo es mejorar la transitabilidad vehicular. Se realizaron ajustes en el diseño, mejorando la marcaje y trazado, además de optimizar el sector transversal para adaptarse a una nueva rasante de servicio. Esto se traducirá en una mejora notable en comodidad, velocidad y seguridad para los conductores.

En cuanto a los estudios básicos en la investigación se precisó que la topografía según la orografía es accidentada. Para la geolocalización del proyecto fue necesario realizar con la ayuda del GPS diferencial el establecimiento de hitos de georreferenciación de la vía, y con el establecimiento de los BMs se conformó la poligonal de apoyo para el proyecto.

Asimismo, los estudios geotécnicos y de mecánica de suelos se han obtenido la identificación del tipo de suelos donde se va a emplazar el proyecto. La clasificación del tipo de suelos de los tramos más significativos son los siguientes: A-1-b(0), A-2-4(0), A-4(0), y clasificación SUCS, se tienen a GC, GP-GC, SC, CL-ML. %. Los estratos superficiales de la plataforma y de las zonas de ensanche están constituidos mayoritariamente del material de afirmado existente. Los suelos granulares identificados en el sistema SUCS se distribuyen en: 38.1% de gravas arcillosas (GC), 5.8% de gravas limosas (GM) y 7.9% de gravas limo arcillosas (GC- GM); mientras que el 2.2% están constituidas por gravas arcillosas de pobre graduación (GP-GC) y 0.7% están constituidas por gravas limosas bien graduadas (GW-GM). En el sistema AASHTO, el 56.8% están constituidas por suelos granulares. de los cuales el 11.5% están compuestos por gravas y arenas del tipo A-1-a(0), A-1- b(0) y el 45.3% por gravas y arenas limo arcillosas del tipo A-2-4(0), A-2-6(0), A-2-6(1). A-2-7(0), A-2-7(1), A-2-7(2) y A-2-7(3).

En estudios realizados por Ccasani (2021) tiene como fin las mejoras de la transitabilidad de las mejoras del proyecto en la provincia de Cañete, para este estudio recolección de información utilizando fichas de campo y laboratorio. Para Llance et al. (2019) la capacidad de soporte CBR de la que estudia tiene 34% lo que va a garantizar un diseño vial óptimo de la composición estructural del pavimento.

El estudio de tráfico ha permitido identificar en las 6 estaciones de conteo los resultados siguientes: El Índice Medio Diario Anual en este tramo II: es de 308 unidades vehiculares, constituido por 80.52% de unidades vehiculares ligeras, 1.95% ómnibus y 17.53% de vehículos pesados. Asimismo, en la estación Ambo El Índice Medio Diario Anual en este tramo VII: es de 924 unidades vehiculares, compuesto por 86.65% de unidades vehiculares ligeras, 0.24% ómnibus y 13.11% de unidades vehiculares pesadas. Los ejes equivalentes de diseño son 7360000 para el diseño del pavimento flexible en el tramo Oyon – Uchucchacua.

En esta investigación para el proyecto simétrico se pudo determinar que para Ccasani (2021) resultados mostraron que el IMDA es de 134 vehículos y vulnerabilidad media. Y para Chuna (2019), elaboró una investigación donde se registraron conteos de tráfico promedio diario y semanal de 219 vehículos. Con base en estas cifras y otras consideraciones, se calculó un ESAL de 2,959,712.74.

El diseño estructural de la capa del pavimento se ha realizado empleando la normativa de diseño más aplicada que es la norma AASHTO 93 para el diseño de pavimento flexible. Para ello fue necesario se realicen los estudios necesarios donde se identificó los tramos críticos donde se ha establecido el mejoramiento de la subrasante por capacidad de soporte. Con la aplicación de la metodología AASHTO 93, se ha diseñado un pavimento flexible en caliente (MAC) se han obtenido los siguientes espesores para el tramo II en estudio:

En la tabla 28 se han obtenido los espesores del pavimento flexible diseñados para la vía en estudio.

Parámetros de Diseño	Sector 1 (km)		Sector 2 (km)		Sector 3 (km)		Sector 4 (km)	
	181+100	204+000	204+000	214+640	214+640	227+760	227+760	230+000
	10 años	20 años						
Pi	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Pt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
R	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Zr (90%)	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282	-1.282
So	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
ESALs	2.22E+06	5.04E+06	2.22E+06	5.04E+06	2.59E+06	5.83E+06	2.61E+06	5.90E+06
Mr Subrasante (Ksi)	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
Carpeta asfáltica (cm)	8	10	8	9	9	9	9	9
Base granular (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15
Sub base granular (cm)	15	15	20	20	20	20	20	20
SNreq.	2.790	3.160	2.795	3.170	2.860	3.260	2.870	3.260
SNresult.	2.890	3.228	3.126	3.295	3.295	3.295	3.295	3.295

En comparación con investigaciones nacionales tenemos el caso de Ccasani (2021) para un IMDA de 134 veh/día ha obtenido espesores de diseño del pavimento estructural del estrato asfáltico fue de 6.35 cm, tanto la sub-base granular como la base granular fueron de 15 cm; para Chuna (2019) que aplica la misma normativa de diseño calculó para un ESAL de 2,959,712.74, para determinar las profundidades del pavimento (subbase 4", base granular de 6")

CONCLUSIONES

Se concluye que de acuerdo con el estudio de la topografía es de orografía es accidentada. Para la geolocalización se realizó con GPS diferencial el establecimiento de hitos de georreferenciación de la vía, y con el establecimiento de los BMs se conformó la poligonal de apoyo para el proyecto para el levantamiento topográfico de todo el tramo.

Asimismo, con el informe de mecánica de suelos se identificó el tipo de suelos donde se va a emplazar el proyecto. La clasificación del tipo de suelos de los tramos más significativos son los siguientes: A-1-b(0), A-2-4(0), A-4(0), y clasificación SUCS, se tienen a GC, GP-GC, SC, CL-ML. %. Se ha obtenido valores de CBR al 95% de su máxima densidad seca, para el cual se obtuvo valores entre 20.2% a 25.8% para suelos tipo A-1-a(0), de 20.8% a 25.3% para suelos tipo A-1-b(0), de 9.4% a 47.7% para suelos tipo A-2-4(0); mientras que para los suelos tipo A-2-5(0) se obtuvo un valor de 10.9% y para los suelos tipo A-2-5-(0) se obtuvieron valores entre 9.4% a 47.7% En el caso de los suelos limosos y arcillosos los valores de CBR obtenidos varían entre 5.4% a 28.1% para suelos tipo A-4; mientras que para los suelos tipo A-5 se obtuvo un valor de 18.9%; en suelos tipo A-6 se obtuvieron valores entre 4.0% a 14.2% y finalmente para los suelos tipo A-7 los valores de CBR obtenidos varían entre 3.2% a 5.5%

Se concluye que con el estudio de tráfico se ha identificado los resultados siguientes: El Índice Medio Diario Anual en este tramo II: es de 308 vehículos, compuesto por 80.52% de vehículos ligeros, 1.95% ómnibus y 17.53% de vehículos pesados. El cálculo de los Ejes equivalentes en la estación E-5: Estación Ambo, se han calculado un total de $7.15E-06$ Ejes equivalentes, que se tomarán en cuenta para diseñar el pavimento Flexible de la vía.

Se concluye que el diseño estructural de la capa del pavimento con la norma AASHTO 93 para el diseño de pavimento flexible en caliente. Para ello fue necesario se realicen los estudios necesarios donde se identificó los tramos críticos donde se ha establecido el mejoramiento de la subrasante por capacidad de soporte. Con la aplicación de la metodología AASHTO 93,

se ha diseñado un pavimento flexible en caliente (MAC) se han obtenido los siguientes espesores para el tramo II en estudio en el sector 1, que va desde el km 181+100 – 204+00 espesores de 10, 15 y 15 para la capa de rodadura, base y sub-base respectivamente. Para los sectores 2 a 4 se han obtenido para periodo de diseño de 20 años se han obtenido espesores de 9,15 20 para la carpeta asfáltica, base y sub-base respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda usar equipos topográficos más actualizados para tener resultados precisos en combinación con métodos modernos de levantamientos topográficos con fotogrametría con el uso de drones, así mismo se deberá estudiar la geomorfología, hidrología, geotecnia y ecosistema, ya que influyen para realizar el trazo y diseño establecido a partir del presente plan de búsqueda.

Se recomienda volver a determinar el proyecto simétrico de tramo para investigaciones futuras ya que el IMDA puede variar a un determinado tiempo lo que genera una modificación en el diseño geométrico y los espesores de la carpeta asfáltica van a variar de acuerdo con las nuevas demandas de la vía en estudio.

Se recomienda identificar los sectores críticos que requieran una mejora a nivel de la subrasante para que cumplan con las condiciones mínimas de diseños de las capas estructurales del pavimento flexible a diseñar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldeán Tinoco, D. (2019). *Diseño de la red vial de la Parroquia La Villegas, Cantón La Concordia, Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5178>
- Becerril Valencia, A., & Miranda Becerril, D. (2019). *Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca Larga en el Estado de Oaxaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma De México]. Repositorio institucional UNAM. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/9771>
- Callisaya Antonio, E. (2019). *Construcción de pavimento flexible en la Avenida 6 de Agosto del Municipio de Viacha*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional UMSA. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/16288>
- Ccasani, R. (2021). *Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento De transitabilidad del C.P Santa Maria Alta – Nuevo Imperial-Cañete-2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68267>
- Chuna Asto, J. (2019). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa Ventanilla-Callao, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44498>
- García-Home, A., & Parrado-Méndez, A. (2019). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional UCATOLICA. <http://hdl.handle.net/10983/15217>

- Grajewski, S. (2022). Forest road engineering in Poland: current status and development perspectives. *Sylwan*, 166(2), 123-140. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2022006>
- Hinostroza, P., Granados, J., & Bravo, A. (2021). *Proposal to Implement the BIM Methodology in Road Infrastructure Projects Optimizing Workflows*. 2021 7th Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria, CONIITI 2021 - Conference Proceedings. Bogotá: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/CONIITI53815.2021.9619652>
- Hossain, M., & Tutumluer, E. (2019). *Methodology for Evaluation of Seal-Coated, Gravel, and Dirt Roads*. Illinois Center for Transportation/Illinois Department of Transportation. <http://hdl.handle.net/2142/104206>
- Ibrahim, A., Sharma, S., Kassem, E., Nielsen, R., & Nasrin, S. (2020). Operational Safety of Gravel Roads in Rural and Tribal Communities: Vulnerability to Structural Failures and GeoHazards. University of Alaska Fairbanks. <http://hdl.handle.net/11122/11044>
- Llance Vargas, J., Mayta Arrieta, M., Meza Pichardo, D., & Paredes Casa, M. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento urbano para el tramo avenida Oxapampa en Quiparacra-Pasco-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio De Loyola]. Repositorio institucional USIL. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9399>
- Maila Paucar, J. (2019). *Diseño de la estructura del pavimento flexible en siete km de las calles del casco urbano de la ciudad de Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo*. [Tesis de pregrada, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10311>
- Martani, C., Eberle, S., & Adey, B. (2022). Evaluating highway design considering uncertain mobility patterns and decision flexibility. *Infrastructure Asset Management*, 9(3), 135 - 155. <https://doi.org/10.1680/jinam.21.00018>

- Morales Flores, D., & Vásquez Paico, S. (2020). *Diseño de infraestructura vial para la accesibilidad del tramo distrito Cajaruro km 0+000 al C.P San Juan km 11+000, Utcubamba, Amazonas-2018*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46680>
- Paudyal, P., Dahal, P., Bhandari, P., & Dahal, B. (2023). Sustainable rural infrastructure: guidelines for roadside slope excavation. *Geoenvironmental Disasters*, 10(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40677-023-00240-x>
- Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(5), 629-638. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>
- Siahaya, L., Subagio, B., & Susilo, A. (2023). Development Of Flexible Pavement Structure Using The Local Materials Of Sarmi, Papua, Indonesia - Based On Indonesian National Specification. *International Journal of GEOMATE*, 24(103), 34 - 41. <https://doi.org/10.21660/2023.103.3479>
- Yang, J.-B., Tseng, C.-C., Chang, J.-R., & Liu, C.-M. (2023). Establishment of urban road maintenance model based on performance-based contracts. *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, 46(3), 208 - 219. <https://doi.org/10.1080/02533839.2023.2170922>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Trinidad Cardenas, F. (2024). *Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de transitabilidad del tramo II de la carretera Oyón– Ambo-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 27
Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA		
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Población:	Tipo:	Técnicas:
¿Cómo influye el diseño infraestructural vial en la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón - Ambo	Diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón - Ambo	El diseño de la infraestructura vial mejora la transitabilidad vehicular de manera eficiente y óptima en el Tramo II de la carretera Oyón - Ambo	Diseño de Infraestructura Vial	La red vial del Tramo II de la carretera Oyón - Ambo	Aplicada	Observación Análisis documental
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Muestra:	Diseño:	Instrumentos:
¿Es adecuada la topografía y el suelo del Tramo II de la carretera Oyón - Ambo para diseñar una infraestructura vial?	Realizar los estudios básicos de ingeniería (topografía y estudio de mecánica de suelos del Tramo II de la carretera Oyón - Ambo).	La topografía y el suelo es adecuado para realizar el diseño infraestructural vial del Tramo II de la carretera Oyón - Ambo	Transitabilidad	El Tramo II de la red vial de la carretera Oyón - Ambo.	No experimental	Guía de observación Guía de análisis documental
¿Es posible Diseñar La infraestructura Vial del	Realizar el estudio de tráfico del Tramo II de la	El estudio del tráfico permite el diseño de la infraestructura			Enfoque: Cuantitativo	

Tramo II de la carretera carretera Oyón - Ambo vial del Tramo II de la
Oyón - Ambo a partir del carretera Oyón – Ambo
estudio de tráfico?

¿Es posible mejorar la
transitabilidad del Realizar el diseño La transitabilidad mejorará
Tramo II de la carretera estructural del pavimento mediante el diseño
Oyón - Ambo a través del Tramo II de la estructural vial del Tramo II
del diseño estructural carretera Oyón - Ambo de la carretera Oyón – Ambo.
vial?

Nivel:
Explicativo

ANEXO 2: INSTRUMENTOS

Tabla 28
Instrumento 1: Levantamiento topográfico

BMS	COORDENADAS UTM		COTA msnm
	ESTE	NORTE	
BM 0.0			
BM 0.5			
BM 1.0			
BM 1.5			
BM 2.0			
BM 2.5			
BM 3.0			
BM 3.5			
BM 4.0			
BM 4.5			
BM 5.0			
BM 5.5			
BM 6.0			
BM 6.5			
BM 7.0			
BM 7.5			
BM 8.0			
BM 8.5			
BM 9.0			
BM 9.5			
BM 10.0			

Tabla 29*Instrumento 2: Estudio de mecánica de suelos*

CALICATAS	ESTRATO	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	CBR
C-01				
C-02				
C-03				
C-04				
C-05				
C-06				
C-07				
C-08				
C-09				
C-10				
C-11				
C-12				
C-13				
C-14				
C-15				
C-16				
C-17				
C-18				
C-19				
C-20				

Tabla 30*Instrumento 3: Diseño Geométrico*

N°	S	R	L	T	A	C	E	M	P.C	P.T	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-1												
PI-2												
PI-3												
PI-4												
PI-5												
PI-6												
PI-7												
PI-8												
PI-9												
PI-10												
PI-11												
PI-12												
PI-13												
PI-14												
PI-15												
PI-16												
PI-17												
PI-18												
PI-19												
PI-20												

Tabla 31

Instrumento 4: Análisis de tráfico

Día	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO				TOTAL	
	Mototaxi	Autos	Pick Up	Combis	Micros	Buses	Camiones 2 ejes		Camiones 3 ejes
									—
Lunes									—
Martes									—
Miércoles									—
Jueves									—
Viernes									—
Sábado									—
Domingo									—
IMDA									—

Tabla 32*Instrumento 5: Diseño de pavimento flexible.*

Parámetros de diseño	Sector Kilómetro		Sector Kilómetro		Sector Kilómetro	
	10 años	20 años	10 años	20 años	10 años	20 años
Pi						
Pt						
Zr						
So						
ESALs						
Mr Subrasante (Ksi)						
Carpeta asfáltica (cm)						
Base granular (cm)						
Subbase granular (cm)						
SNreq.						
Snresult.						

ANEXO 3: RESOLUCIÒN DE ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0480-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de marzo de 2024

Visto, el Oficio N° 321-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 474883-0000001465, de la Bach. **Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45º inc. 45.2. es procedente su atención, y:

Que, según el Expediente N° 474883-0000001465, presentado por el (la) Bach. **Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y:

Que, con Resolución N° 1103-2023-D-FI-UDH, de fecha 11 de mayo de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS** al Mg. Miguel Enrique Basilio Gamarra, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y:

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y:

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 1103-2023-D-FI-UDH, de fecha 11 de mayo de 2023.

Artículo Segundo. - DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS** al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/DM/ista

**ANEXO 4: RESOLUCIÒN DE APROBACIÒN DE PROYECTO DE
TESIS**

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1636-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de julio de 2023

Visto, el Oficio N° 1140-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN - AMBO, 2023", presentado por el (la) Bach. Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1103-2023-D-FI-UDH, de fecha 11 de mayo de 2023, perteneciente a la Bach. Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Miguel Enrique Basilio Gamarra, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1140-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN - AMBO, 2023", presentado por el (la) Bach. Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny P. Jachá Rojas (Presidente), Mg. Martín Cesar Valdivieso Echevarría (Secretario) y Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO II DE LA CARRETERA OYÓN - AMBO, 2023", presentado por el (la) Bach. Flor Mariela TRINIDAD CARDENAS para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Ethel Juana Muñoz Lanza
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Baruch Campos Ruiz
COORDINADOR GENERAL DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Bureau - Dept. Graduados - Intermedio - Archivo.
ECS/0216/Julio